









# মাধ্যমিক রসায়ন বিজ্ঞান

শ্রীপ্রতুলচন্দ্র রক্ষিত, পি-এইচ. ডি.

কলিকাতা প্রেসিডেন্সী কলেজের

রসায়ন বিভাগের প্রাক্তন প্রধান অধ্যাপক



এ. মুখার্জী অ্যান্ড কোং (প্রাইভেট) লিঃ  
২, বঙ্কিম চ্যাটার্জী স্ট্রীট (কলেজ স্কোয়ার) :: কলিকাতা ১২



মাধ্যমিক রসায়ন বিজ্ঞান  
প্রথম ভাগ



## প্রথম সংস্করণের ভূমিকা

বর্তমান অবস্থায় আমাদের দেশে বিজ্ঞানের বহুল প্রসারের এবং বৈজ্ঞানিক তথ্যগুলির প্রচারের বিশেষ প্রয়োজন। কিন্তু মাতৃভাষার মাধ্যমে ইহা না করিতে পারিলে জনসাধারণের মধ্যে আগ্রহ সঞ্চারিত হইবে না অথবা বিজ্ঞানশিক্ষা বিস্তার লাভ করিবে না। বিজ্ঞান-শিক্ষার্থীদের পক্ষেও বিজ্ঞানের আলোচনা ও পঠন-পাঠন মাতৃভাষাতেই হওয়া বাঞ্ছনীয়, এ বিষয়ে দ্বিমত নাই। ইহাতে শিক্ষার্থীদের বুঝিবার যেমন সুবিধা হইবে, বিদেশী ভাষার ভারমুক্ত হওয়ার ফলে তেমনই সময়ের অপব্যয়েরও লাঘব হইবে।

প্রয়োজনসত্ত্বেও এখন পর্যন্ত বাংলাভাষাতেই বিজ্ঞানের পুস্তক তেমন ভাবে লেখা হয় নাই এবং বাংলায় বিজ্ঞানশিক্ষা জনপ্রিয় হয় নাই। ইহার কারণ দ্বিবিধ। প্রথমতঃ সম্পূর্ণ ও সূক্ষ্ম বৈজ্ঞানিক পরিভাষার অভাব। বর্তমানে অনেক পারিভাষিক শব্দের প্রচলন হইলেও প্রয়োজনের তুলনায় উহা সামান্য। কোন কোন ক্ষেত্রে পারিভাষিক শব্দগুলি সহজবোধ্য নয় এবং সমুচিত অর্থবোধকও নয়। ফলে উহা শিক্ষার্থীর মনে ভীতি সঞ্চার করে। এই কারণেই বিজ্ঞান-পুস্তকের পঠন ও লিখন উভয়ই দুঃস্থ হইয়াছে। দ্বিতীয় কারণ বর্তমানে যাহারা বিজ্ঞান-শিক্ষাদানে ব্যাপ্ত, তাহারা নিজেদের ছাত্রদের ইংরেজীতে পড়াশুনা করিয়াছেন এবং সেই ভাষাতেই অধ্যাপনা করিয়াছেন। পুরাতনব অভ্যাস-মুক্ত হইয়া নূতন পরিভাষার সাহায্যে শিক্ষাদানে প্রয়োজন তাহা স্বীকার করিতে ইহাদের অনেকেই আগ্রহী নহেন। যে স্বল্প কয়েকজন গত কয়েক বৎসর বাংলাতে পড়াইয়াছেন, তাহাদের ক্ষমতা এই যে, মাতৃভাষায় বিজ্ঞান পঠন-পাঠন শিক্ষার্থীদের পক্ষে অসম্ভব এবং কল্যাণকর। যে সময়েই বাংলাতে বিজ্ঞানচর্চার প্রচেষ্টা আরম্ভ হইবে সেই সময়েই শিক্ষকদিগকে প্রাথমিক পরিচয়ের কষ্টটুকু স্বীকার করিতে হইবে। যত শীঘ্র উহা বরণ করা যায়, ততই মঙ্গল।

কাহারও কাহারও ধারণা বাংলার মাধ্যমে বিজ্ঞান শিক্ষা দিলে পঞ্চাশ কালে উচ্চতর গবেষণামূলক প্রবন্ধ ইত্যাদি লিখিতে অসম্ভব হইবে।

এহ আপাত যুক্তপ্রসঙ্গতঃ বালয়া মনে হয় না। কারণ, সাহিত্য হিসাবে ছাত্রেরা ইংরেজী শিখিবেই এবং ইংরেজী ভাষায় শিক্ষিত ছাত্র ইংরেজীতে লেখা বৈজ্ঞানিক প্রবন্ধের মর্মোদ্ঘাটন করিতে পারিবে না, এরূপ হইতে পারে না। বর্তমানে কলেজ-জীবনে শিক্ষার্থীরা জার্মান বা ফরাসী ভাষা শেখে না। কিন্তু গবেষণাকার্ষে এই সকল ভাষায় লিখিত গ্রন্থের সাহায্যের প্রায়ই প্রয়োজন হইয়া থাকে। ছাত্রজীবনে এই সকল ভাষায় বৈজ্ঞানিক গ্রন্থ পড়েন নাই বলিয়া কোন গবেষক এই সব ভাষা শিখিয়া গবেষণামূলক গ্রন্থের অর্থ বুঝিতে পারেন নাই, এমন শোনা যায় না। যেদিক দিয়াই বিচার করা যাক, বাংলাভাষার মাধ্যমে বিজ্ঞান-শিক্ষার প্রয়োজনীয়তা অন্বিত হইবে এবং সেই প্রয়োজন অন্বিত করিয়াই বর্তমান প্রচেষ্টা ব্রতী হইয়াছি।

পরিভাষা সম্বন্ধে একটি কথা উল্লেখ করা প্রয়োজন। এই পুস্তকে যে সমস্ত পারিভাষিক শব্দ ব্যবহৃত হইয়াছে, উহাব অধিকাংশই কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃক প্রকাশিত 'বৈজ্ঞানিক পরিভাষা' এবং শ্রদ্ধেয় শ্রীযুক্ত বাজশেখর বসু মহাশয়ের পরিভাষা হইতে গৃহীত। অগ্ণাত শব্দগুলি লেখকের নিজেরই চয়ন কবিতো হইয়াছে। এই শব্দগুলি সর্বজনগ্রাহ্য এবং প্রামাণ্য বলিয়া বিবেচিত হইবে কিনা এখন বলা যায় না। বিভিন্ন লেখকের চেষ্টায় কালে সমস্ত পরিভাষা গড়িয়া উঠিবে, এখন প্রাথমিক প্রচেষ্টা করা যাইতেছে মাত্র। প্রচলিত পরিভাষারও কোন কোন স্থলে অল্পবিস্তর পরিবর্তন করিতে হইয়াছে, অর্থে প্রাঞ্জলতার অনুরোধে। একটি উদাহরণ দিলে কথাটা স্পষ্ট হইবে। 'Catalyst'-এর প্রচলিত পারিভাষিক অনুবাদ—'অনুঘটক'। কিন্তু এই গ্রন্থে অনুঘটকের পরিবর্তে অপেক্ষাকৃত সহজবোধ্য 'প্রভাবক' শব্দটি ব্যবহৃত হইয়াছে। গ্রন্থের শেষে পরিভাষিক শব্দের একটি তালিকা দেওয়া হইল। বস্তুসমূহের ইংবেজী রাসায়নিক নামই রাখা হইয়াছে কিন্তু উহাদের বাংলা অক্ষরে বানান করা হইয়াছে।

শিক্ষার্থীর প্রথম পাঠ লওয়ার সময় ইংরেজী বা বাংলা পারিভাষার কোন প্রাথমিক জ্ঞান নাই, একটি বিশেষ প্রক্রিয়া বুঝাইয়া উহাকে 'distillation' 'পাতন' রূপে কোন পার্থক্য নাই, এবং পরে তাহার পাতন-ক্রিয়া বুঝিতে প্রয়োজন কারণ নাই, কোন কোন ক্ষেত্রে বাংলা শব্দটি অধিকতর সহজ মনে হইবে—যেমন, 'mordant' অপেক্ষা 'রাগবন্ধক' কথাটি স্পষ্টতর।

আমার পরম স্নেহভাজন বন্ধু শ্রীসদানন্দ চক্রবর্তী এবং ছাত্র শ্রীপ্রমোদরঞ্জন গুপ্ত আমাকে এই পুস্তক প্রণয়নে বহুরকম সাহায্য করিয়াছেন। বস্তুতঃ, ইহাদের অকুণ্ঠ সাহায্য ব্যতীত কখনও ইহা আমি সম্পন্ন করিতে পারিতাম না। ইহাদের নাম এখানে উল্লেখ করিয়া নিজেকে ঋণমুক্ত করার চেষ্টা বাতুলতা মাত্র। তবুও নাম উল্লেখ না করিলে মনে অস্বস্তি থাকিয়া যাইবে বলিয়াই এই ভূমিকায় তাঁহাদিগকে স্মরণ করিতেছি।

এই গ্রন্থের প্রকাশক শ্রীঅমিয়রঞ্জন মুখোপাধ্যায়ের সহযোগিতা ও একান্ত আগ্রহ ব্যতীত ইহার প্রকাশ সম্ভব হইত না। তাঁহাকেও আমার আন্তরিক কৃতজ্ঞতা ও ধন্যবাদ জ্ঞাপন করিতেছি। ইতি

কলিকাতা

১লা আষাঢ়, ১৩৫২

শ্রীপ্রতুলচন্দ্র রক্ষিত





# সূচীপত্র

## প্রথম ভাগ

### প্রথম খণ্ড

প্রথম অধ্যায় :	অবতরণিকা—রসায়ন-চর্চাব ইতিহাস .	১-৬
দ্বিতীয় অধ্যায় :	জড়পদার্থ : পদার্থের শ্রেণীবিভাগ	৭-২৮
তৃতীয় অধ্যায় :	সাধারণ পবীক্স-প্রণালী	২৯-৫০
চতুর্থ অধ্যায় :	জড় পদার্থের নিত্যতাবাদ : বস্তুব অবিনাশিতা	৫০-৫৬
পঞ্চম অধ্যায় :	বাসাণনিক সংজ্ঞা : চিহ্ন, সংকেত ও সমীকরণ	৫৬-৬০
ষষ্ঠ অধ্যায় :	রাসায়নিক সংযোগ-বিধিসমূহ	৬০-৬৮
সপ্তম অধ্যায় :	গ্যাসীয় পদার্থের অবস্থাগত ধর্ম	৬৮-৭৭
অষ্টম অধ্যায় :	আণবিক ও পারমাণবিক গুরুত্ব	৭৮-৮৩
নবম অধ্যায় :	গ্যাসীয় পদার্থের সূত্র : অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প	৮৩-১০১
দশম অধ্যায় :	যোজ্যতা ও যোজনভাব : তুল্যত্ব নির্ণয়	১০১-১২২
একাদশ অধ্যায় :	পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় ওল পেট্রি স্কেল—সমস্কৃতি সূত্র	১২৩-১২৯
দ্বাদশ অধ্যায় :	ওলিও বিশ্লেষণ	১২৯-১৪৬
ত্রয়োদশ অধ্যায় :	ওল, ক্ষার ও লবণ বাদাখানব নির্ণয়	১৪৬-১৫৬
চতুর্দশ অধ্যায় :	পারমাণবিক গঠন	১৫৭-১৬৬

### দ্বিতীয় খণ্ড : অম্লতব মৌল

পঞ্চদশ অধ্যায় :	হাইড্রোজেন	১৬৭-১৭৮
ষোড়শ অধ্যায় :	অক্সিজেন অক্সিড—জারণ ও বিজারণ—বহুকণতা—ওজোন	১৭৯-১৯৮
সপ্তদশ অধ্যায় :	হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের যৌগিক পদার্থ জলেব ধরতা—হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড	১৯৮-২১৭
অষ্টাদশ অধ্যায় :	বায়ু ও তাহার উপাদান : নাইট্রোজেন	২১৭-২৩০
উনবিংশ অধ্যায় :	নাইট্রোজেনের যৌগসমূহ	২৩১-২৬৬
বিংশ অধ্যায় :	হ্যালোজেন গোষ্ঠী	২৬৬-৩০৮
একবিংশ অধ্যায় :	ফসফরাস	৩০৯-৩২১
দ্বাবিংশ অধ্যায় :	সালফার	৩২২-৩৬৭

## দ্বিতীয় ভাগ

## তৃতীয় খণ্ড : জৈব-রসায়ন

ত্রয়োবিংশ অধ্যায় :	কার্বন ( অঙ্গারক )	৩-২১
	বহুরূপতা—কার্বন-ডাই-অক্সাইড—কার্বন মনোক্সাইড	
চতুর্বিংশ অধ্যায় :	জৈব-পদার্থ	২১-২৯
পঞ্চবিংশ অধ্যায় :	হাইড্রোকার্বন	৩০-৫৫
	মিথেন—ইথিলেন—অ্যাসিটিলিন—আলানি গ্যাস—ক্লোরোফর্ম—আমোডোফর্ম	
ষড়বিংশ অধ্যায় :	কোহল ও ইথার	৫৬-৬৫
সপ্তবিংশ অধ্যায় :	অ্যালডিহাইড এবং কিটোন	৬৬-৭৩
অষ্টবিংশ অধ্যায় :	জৈব-অ্যাসিড	৭৩-৮৫
	তৈল—চবি—মোম	
উনত্রিংশ অধ্যায়	শর্করা : কার্বোহাইড্রেট	৮৬-৯৩
	গাণ্ড ও বসায়ন—ভাইটামিন	
ত্রিংশ অধ্যায় :	বৃত্তাকার জৈব-পদার্থ	৯৩-১০৫
	বেনজিন—টলুইন—নাইট্রোবেনজিন—অ্যানিলিন—ফিনোল—বেনজয়িক অ্যাসিড	

## চতুর্থ খণ্ড

একত্রিংশ অধ্যায় :	ধাতুসমূহ : সোডিয়াম	১০৬-১৩৭
দ্বাত্রিংশ অধ্যায় :	ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম এবং অ্যালুমিনিয়াম	১৩৭-১৫৮
ত্রয়ত্রিংশ অধ্যায় :	জিঙ্ক ( দস্তা )	১৫৮-১৬২
চতুত্রিংশ অধ্যায় :	আয়রন ( লৌহ )	১৬৩-১৭৮
পঞ্চত্রিংশ অধ্যায় :	লেড ( সীসক ) এবং কপার ( তাম্র )	১৭৮-১৯৪
ষষ্ঠত্রিংশ অধ্যায় :	রাসায়নিক গণনা	১৯৪-২৪৬
পরিভাষা		২৪৭-২৬১
সূচীপত্র		২৬২-২৬৪

## প্রথম অধ্যায় অবতরণিকা

সৃষ্টির আদি হইতেই মানবমনে পারিপাশ্বিক জগৎ সম্বন্ধে বহু প্রশ্ন জাগিয়াছে। বহু উপায়ে মানুষ এই দ্বিজ্ঞানাব সমাধানের চেষ্টা করিয়াছে। সুগয়গাস্ত্রবের সাধনার ফলে মানুষ বুঝিয়াছে জড়, শক্তি ও চেতনা এই তিনটি উপাদানের সাহায্যে এই বিশ্বজগতের প্রকাশ। আমাদের বিভিন্ন ইন্দ্রিয়ান্ত-ভেদে সাহায্যে জড় ও শক্তির অস্তিত্ব বা পরিবর্তন সম্বন্ধে আমরা সচেতন হই। জড় ও শক্তি আমাদের ইন্দ্রিয়ের সাহায্যে চেতনাব রাস্যে উপস্থিত হয় এবং জ্ঞানের সঞ্চাব করিয়া থাকে।

বিশেষ বৈচিত্র্য এবং তাহার রহস্য উদ্ঘাটনের জন্তু মানুষ তাহাব ইন্দ্রিয়লব্ধ জ্ঞানকে পর্যবেক্ষণ, পরীক্ষা ইত্যাদির সাহায্যে সত্যে প্রমাণিত করে। পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষার দ্বারা যখন এই সমস্ত জ্ঞানকে যুক্তিসঙ্গত ও সঙ্গত করা হয়, তখন দেখা যায় যে বিশ্বজগতের অসংখ্য ঘটনা কতকগুলি বিধি বা নিয়মের দ্বারা নির্ধারিত। এই বিধি-নিয়মিত জ্ঞানকেই বিজ্ঞান নামে অভিহিত করা হয়। বিজ্ঞানীদের বিশ্বাস জগৎ-ব ঘটনা-পরস্পর কতকগুলি শৃঙ্খলা বা নিয়মের বন্ধনে চলে এবং এই নিয়মগুলি দেশকাল-নির্বিশেষে শাস্ত। প্রকৃতির বাহ্যে কোন খামখেয়ালী ঘটনার সংঘটন সম্ভব নয়, সব কিছুকেই নিয়মের প্রতিপত্তি মানিয়া চলিতে হয়। হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের সমন্বয়ে দেগের সৃষ্টি হইয়াছে—এই সত্যটি সনাতন এবং দেশকালভেদেও ইহা অক্ষুণ্ণ থাকে। অতীতে আমরা দেখিয়াছি যে জল হইতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাওয়া যায় এবং বিজ্ঞানী বিশ্বাস করে ভবিষ্যতেও যে কোন দেশে জল হইবে এই দুইটি উপাদানই পাওয়া যাইবে। যে কোন বৈজ্ঞানিক সত্য বা নিয়ম সম্বন্ধেই এই অক্ষুণ্ণ অমুবার্তিতা প্রযোজ্য।

আমাদের বিজ্ঞান-সাধনার দুইটি দিক আছে। মানুষ তাহার ক্ষুধাপাশা, স্বখস্বচ্ছন্দ্য ও সুবিধার প্রয়োজনে বিজ্ঞানের চর্চা করে। ইহা বিজ্ঞানের ব্যবহারিক দিক। দ্বিতীয়তঃ, প্রকৃতির বৈচিত্র্যের মধ্যে সরল নিয়মের অনুসন্ধান করিয়া তাহার অন্তর্নিহিত রহস্য উদ্ঘাটন করিতেও মানুষ চেষ্টা

## মাধ্যমিক রসায়ন বিজ্ঞান

করে। ইহাকে বিজ্ঞানের দার্শনিক দিক বলা যাইতে পারে। বস্তুতঃ, এই দিকটি মানুষের চিরন্তন জিজ্ঞাসার ফল। এই দিকে আমরা যত অগ্রসর হই, আমাদের জ্ঞানের পরিধিও তত বৃদ্ধি পায় এবং উহার সঙ্গে বিজ্ঞানের ব্যবহারিক প্রয়োগেরও উন্নতি হয়।

প্রকৃতির নানা বিচিত্র ঘটনাকে নিয়ন্ত্রিত ও শৃঙ্খলাবদ্ধ করা বিজ্ঞানের প্রধান কাজ এবং ইহার ফলে মানুষ প্রকৃতি সম্বন্ধে বহু তথ্যের আবিষ্কার করিতে সমর্থ হইয়াছে। এই সমস্ত জ্ঞান আবার বহু রকমের। আলোচনার সুবিধার জন্য বিজ্ঞানেরই নিয়ম অনুসারে এই তথ্যগুলিকে বিভিন্ন শাখায় বিভক্ত করা হইয়াছে—যেমন, পদার্থবিজ্ঞান, রসায়নবিজ্ঞান, ভূবিজ্ঞান, জীববিজ্ঞান, জ্যোতির্বিজ্ঞান ইত্যাদি। এইভাবে বিজ্ঞানের ভিন্ন ভিন্ন ধারার উৎপত্তি হইয়াছে।

**রসায়নবিজ্ঞান :** জড় জগৎ বিভিন্ন বস্তুর সমবায়ে গঠিত। আমরা জগতে বহু রকমের বস্তু বা পদার্থের সংস্পর্শে আসি, তাহাদের আকার-প্রকার, গুণাবলী সবই বিভিন্ন—তাহাদের কোন কোনটি হয়ত দেখাও যায় না। আমাদের ইন্দ্রিয়ের সাহায্যে আমরা উহাদের সকলের অস্তিত্ব সম্বন্ধে নিঃসন্দেহ। আবার নিজেদের স্বাভাবিক ধর্মে অথবা নানারকম শক্তির সাহায্যে এই সকল পদার্থের নিরন্তর অগণিত পরিবর্তন হইতেছে। বীজ বপন করিলে জল, বায়ু ও শক্তির সাহায্যে উহা হইতে গাছ এবং পরে ফুল-ফল সবই হইতেছে। খাদ্য হইতে শরীরের অভ্যন্তরে রক্তমাংসের সৃষ্টি হইতেছে এবং শক্তির 'সঞ্চার' হইতেছে। তেল পুড়িয়া বাষ্প ও অন্ধারান্নে পরিণত হইতেছে এবং আলো ও উত্তাপ বিকিরণ করিতেছে—এই রকম বস্তু মাত্রেরই কোন না কোন রকম পরিবর্তন সম্ভব। পদার্থের গঠন ও গুণ, তাহাদের প্রস্তুতি-প্রণালী এবং নানা অবস্থায় তাহাদের বিভিন্ন পরিবর্তনের বৈজ্ঞানিক পর্যালোচনাই 'রসায়ন-বিজ্ঞান'।

**রসায়নচর্চার ইতিহাস :** পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষাই জ্ঞানলাভের প্রধান উপায়। বর্তমান যুগের রসায়নেও তাহার ব্যতিক্রম হয় নাই। কিন্তু রসায়নের আলোচনার পর্যবেক্ষণ এবং পরীক্ষা-পদ্ধতির অবলম্বন প্রায় দেড় দিলেক নয়। বস্তুতঃ, সপ্তদশ শতাব্দীর পূর্বে রসায়নে ধারাবাহিক পর্যবেক্ষণ বা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত তথ্যে উপনীত হওয়ার কোন প্রচেষ্টা দেখা

যায় নাই। কিন্তু বিজ্ঞান হিসাবে রসায়নের চর্চা না হইলেও বহুবিধ শিল্পে রসায়নের নানা প্রকার ব্যবহারিক প্রয়োগ কয়েক হাজার বৎসর হইতে চলিয়া আসিতেছে। অতি প্রাচীন কালে সর্বপ্রথমে ভারতবর্ষে যে এই শাস্ত্রের বিশেষ অহুশীলন হইয়াছিল, একথা আচার্য প্রফুল্লচন্দ্র নিশ্চিতরূপে প্রমাণ করিয়াছেন। প্রায় সেই সময় চীনদেশেও বোধ হয় অল্পবিস্তর রসায়ন-চর্চা হইয়াছিল। সেই প্রাচীন হিন্দু-সভ্যতার যুগে এদেশে বিভিন্ন খনিজ পদার্থ হইতে নানারূপ ধাতু প্রস্তুত হইত। তখনকার দিনেও আয়ুর্বেদ-শাস্ত্রবিদগণ ভারতে গাছপালা ও নানা খনিজ হইতে ঔষধ প্রস্তুত করিতেন, ইহাতে যে নানা রকমের রাসায়নিক প্রস্তুতি-প্রণালীর প্রয়োজন হইত তাহাতে সন্দেহ নাই। শুধু ব্যবহারিক দিক হইতেই নয়, দার্শনিক দিক হইতেও হিন্দুরা রসায়নের গভীর পর্যালোচনা করিয়াছিলেন। খ্রীষ্টের জন্মের ছয়-সাত শত বৎসর পূর্বে হিন্দু দার্শনিক কণাদ বস্তুর গঠন সম্বন্ধে 'তঁাহার পরমাণুবাদ প্রচার করিয়াছিলেন। রসায়নশাস্ত্রের উপর হিন্দুদের এই অধিকার কয়েক শত বৎসর অন্ততঃ অক্ষুণ্ণ ছিল। কেননা, দ্বিতীয় শতাব্দীর মধ্যভাগেও নাগার্জুনকে আমরা বিভিন্ন ব্যবহারিক রসায়নের প্রণালী উদ্ভাবন করিয়া খ্যাতি লাভ করিতে দেখি। তঁাহার কোন কোন প্রণালী আজ পর্যন্তও অহুসরণ করা হয়।

হিন্দু-সভ্যতার সঙ্গে সংঘর্ষ ও সংস্পর্শের ফলে রসায়ন গ্রীসে প্রবেশ লাভ করে। গ্রীক-সভ্যতার যুগে রসায়ন দেখানে বিস্তৃতভাবে আলোচিত হইয়াছিল। **লিউকিপ্লাস** হইতে **অ্যারিস্টোটেল** পর্যন্ত বহু খ্যাতনামা গ্রীক দার্শনিক জড়-পদার্থের গঠন ও উপাদান সম্পর্কে নানা মতবাদ প্রচার করেন। দপ্তম শতাব্দীর মধ্যভাগে গ্রীস হইতে রসায়ন মিশরে স্বীয় প্রভাব বিস্তার করে। মিশরীয়গণ দ্বারা নীল-উপত্যকার কালো মাটিতে এবং আলেকজেন্দ্রিয়ার পাত্ত ও কাচ প্রস্তুতিতে এই সকল মতবাদের বহুল প্রয়োগ দেখা যায়। মিশরের একটি নাম 'কিমিয়া' অর্থাৎ 'কালো জমি'—এই 'কিমিয়া' নাম হইতেই সম্ভবতঃ রসায়নের বর্তমান ইংরেজী নাম 'Chemistry' উদ্ভূত। মিশরীয় যুগের শেষে আরবীয়গণ মিশর হইতে অনেক রাসায়নিক পদ্ধতি ও প্রণালী আনিয়া বাগদাদে উহার প্রচলন করেন। সেই সময় রসায়নের নামকরণ হইয়াছিল 'অ্যালকেমি' এবং অ্যালকেমিবিদদের প্রধান ছিলেন 'জাবের'। জাবের এবং তঁাহার সমসাময়িক কয়েকজন বৈজ্ঞানিক বছরকয়েক

করিয়াছিলেন বটে, কিন্তু রসায়নের এই ঐশ্ব্যমিক প্রবাসের দিনে বিশেষ কোন উন্নতির পরিচয় পাওয়া যায় নাই। এই সময়ে কতকগুলি অধঃগত ও কুসংস্কার রসায়নচর্চার স্থান পাইয়াছিল। অনেক আরবীয় রসায়নবিদ মনে করিতেন রসায়নচর্চার একমাত্র উদ্দেশ্য ‘পরীক্ষাপাথর’ আবিষ্কার, যাহার সাহায্যে নিকটস্থ ধাতুকে স্বর্ণে পরিণত করা সম্ভব হইবে। আরব হইতে স্পেনের মধ্যবর্তিতায় রসায়ন-আলোচনা পশ্চিম ইউরোপের দেশগুলিতে ছড়াইয়া পড়ে, কিন্তু প্রায় তিনশত বৎসর আর ইহার কোন উন্নতি পরিলক্ষিত হয় নাই। এই সময়ে তথাকথিত ইউরোপীয় রাসায়নিকেরা মনে করিতেন রসায়ন রাতারাতি ধনী হইবার উপায়। বস্তুতঃ, অধিকাংশ ক্ষেত্রে সাধারণ লোককে প্রতারিত করার জন্যই ইহা ব্যবহৃত হইত। ষোড়শ শতাব্দীতে ‘প্যারাসেল্‌সাসের’ নেতৃত্বে একদল রসায়নবিদের অভ্যুদয় হয়। ইহারা মনে করিতেন যে রসায়নের একমাত্র উদ্দেশ্য জীবনকে সমস্ত রোগ হইতে মুক্ত করিয়া অমরত্ব দেওয়া। সুতরাং রসায়ন কিয়ৎকালের জন্য চিকিৎসাশাস্ত্রের অন্তর্গত হইয়া পড়িল। কিন্তু এই সময়ে রসায়নে কিছু কিছু পরীক্ষামূলক কাজও হইয়াছিল।

পৰ্যবেক্ষণ ও পরীক্ষা দ্বারা সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়ার পদ্ধতি রসায়নে প্রথম প্রবর্তিত হয় সপ্তদশ শতকে রবার্ট বয়েলের সময় হইতে। এই সময় হইতেই বিভিন্ন প্রকারের পরীক্ষার চেষ্টা হয় এবং পরীক্ষার ফল হইতে যুক্তিতর্কের সাহায্যে নিশ্চিত সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়ার পথ দেখা যায়। ইউরোপের বিভিন্ন দেশের পণ্ডিতগণের মধ্যে রসায়নের মৌলিক তথ্য আবিষ্কারের প্রতি অনুরাগ দেখা যায়। অষ্টাদশ শতাব্দীতে ফ্রান্সে ল্যাভয়সিয়ের ও বার্থোলে, ইংলণ্ডে প্রিস্টলী ও ক্যাভেন্ডিশ, সুইডেনে সিলে প্রভৃতি মনীষীরা বহু পরীক্ষাসম্মত মতবাদ দ্বারা রসায়নকে প্রভূতরূপে সমৃদ্ধ করিয়া তোলেন। বায়ুর মিশ্রগঠন, জড়ের নিত্যতাবাদ প্রভৃতি প্রমাণ করিয়া ইহারা, বিশেষতঃ ল্যাভয়সিয়ের, রসায়নচর্চার দৃষ্টিভঙ্গির আমূল পরিবর্তন করেন এবং ইহাকে একটি পরিপূর্ণ বিজ্ঞানে পরিণত করেন। আজ পর্যন্তও এই গবেষণা ও পরীক্ষার দ্বারা অপ্রতিহত বেগে চলিয়াছে এবং বহু তথ্যের আবিষ্কারে উত্তরোত্তর জ্ঞানের পরিধি বাড়িয়াছে। আজ এই জ্ঞানসমৃদ্ধি সমগ্র জগতে ব্যাপ্তি লাভ করিয়াছে এবং প্রত্যেক দেশেই ইহার তথ্যনিকূপণ এবং ব্যবহারিক প্রয়োগের জন্য অভূত-পূর্ব প্রচেষ্টা চলিয়াছে।

**রাসায়ন ও তাহার ব্যবহার :** বর্তমানে রসায়নের চর্চা এতটা ব্যাপকভাবে সার্থকতা লাভ করিয়াছে যে ইহা নিজের গতি ছাড়াইয়াও অন্যান্য বিজ্ঞান-শাখার সহিত কোন কোন স্থানে সহযোগিতা হইয়া পড়িয়াছে। ভূ-বিজ্ঞান, কৃষি-বিজ্ঞান, শরীর-বিজ্ঞান ইত্যাদি আজ আর রসায়নের সাহায্য ব্যতীত পরিপূর্ণ হওয়া সম্ভব নয়। উহার সঙ্গে সঙ্গে রসায়নের ব্যবহারিক প্রয়োগও অত্যন্ত বাড়িয়া গিয়াছে। কৃষক আসিয়া আজ তাহার জমির জন্ত 'সার' তৈয়ারী করিতে বলিতেছে। চিকিৎসাবিদেও ঔষধ রাসায়নিকের পরীক্ষাগারে প্রস্তুত হইতেছে। খনিজ হইতে লৌহ, তামা প্রভৃতি প্রস্তুত করার জন্য উৎপাদনকারীরা রসায়নের দ্বারা ভিড় করিয়াছে। ইঞ্জিনীয়ারের বিশেষ রকমের ইম্পাত চাই, চর্মকার তাহার চামড়া উন্নততর করিতে চায়, কুস্তকারের চাই পর্সেলীনের জন্য চিকণ লেপ, এই রকম আরও কত কি? মানুষের দৈনন্দিন জীবনের ছোটখাট ঘটনার সঙ্গে রসায়ন ওতঃপ্রোতভাবে মিশিয়া যাইতেছে।

অন্নবস্ত্রের চাহিদা, রোগমুক্তি ও স্বাস্থ্যোন্নতি—এইগুলি আমাদের জীবনের প্রধানতম সমস্যা। রসায়ন নানারকমে এইসকল সমস্যার সমাধানে প্রভূত সাহায্য করিয়াছে।

কৃত্রিম সার প্রয়োগে খাদ্যশস্যের ফলন বৃদ্ধি পাইয়াছে। উত্তম বীজ দীর্ঘদিন সংরক্ষিত করিয়া উন্নততর শস্য উৎপাদন করা হইয়াছে। রসায়নের কল্যাণেই এ সকল সম্ভব হইয়াছে। নানারূপ কীটনাশক দ্রব্যের ব্যবহারে পোষক কীটপতঙ্গের আক্রমণ হইতে শস্যের বিনাশ বন্ধ হইয়াছে। বিশেষ প্রক্রিয়ায় সাহায্যে রাসায়নিক দীর্ঘদিন খাদ্যসঞ্চয়ের ব্যবস্থা করিয়া শস্যের অপচয় নিবারণ করিয়াছে। অপর দিকে, কৃত্রিম রেশম, কৃত্রিম তন্তু ইত্যাদি প্রস্তুত করিয়া রসায়ন বস্ত্রসমস্যার সমাধানেও সাহায্য করিয়াছে, এবং নানা উন্নত শ্রেণীর পরিধেয় সৃষ্টি করিয়াছে, তদুপরি নানা বর্ণের সমাবেশে উহাদের সৌন্দর্য-সৃষ্টিতে সাহায্য করিয়াছে।

রাসায়নিক গবেষণাগারে ভাইটামিন ও শরীরের পক্ষে প্রয়োজনীয় দ্রব্যাদি প্রস্তুত করিয়া খাদ্যের উন্নতি সাধন করিয়াছে। ফলে, মানুষ স্বাস্থ্যোন্নত করিতে পারিয়াছে। আবার, নিউমোনিয়ার জন্য পেনিসিলিন, কালাজেরে ইউরিয়া ট্রিভামিন, ম্যালেরিয়ার জন্য কুইনিন, অ্যাণ্টিব্রিন প্রভৃতি প্রস্তুত করিয়া রসায়ন



মানুষের রোগমুক্তিতে অপরিদ্রীম সাহায্য করিয়াছে। শুধু তাই নয়, আয়োডিন, ডি. ডি. টি., ফিনাইল ইত্যাদির দ্বারা রোগজীবাণুর ধ্বংস সাধনের কলেও আমরা অনেকটা নিরাপদ হইয়াছি। রেডিয়াম ও তেজস্ক্রিয় রশ্মির প্রয়োগে দূরারোগ্য ব্যাধির চিকিৎসা সম্ভব হইয়াছে। ক্লোরোফর্ম, নোভোকেন জাতীয় চেতনানাশক দ্রব্যের ব্যবহারে অস্ত্রোপচার সহনীয় হইয়াছে। এই সকলই রসায়নের কাজ।

ইহা ছাড়াও মানুষের স্বথ-স্বাচ্ছন্দ্যের জন্ত রসায়নের অবদান অসংখ্য। রসায়নের প্রয়োগশালাতে আসিয়া বিস্তৃত নয়নে দেখি, কয়লা হইতে প্রস্তুত হইতেছে হীরকখণ্ড, আলকাতরা হইতে পাওয়া যাইতেছে নানা প্রকারের উৎকৃষ্ট রঙ, স্বগন্ধি ও ঔষধ। রাসায়নিক বলেন চিনি, কাগজ আর স্পিরিট একই মৌলিক পদার্থের সাহায্যে সৃষ্টি হইয়াছে। কাঠ আর বাঁশ হইতে পাওয়া যাইতেছে কাগজ, সেলুলয়েড, আরও কত কি? কৃত্রিম উপায়ে প্রাস্তিক তৈয়ারী করিয়া উহা হইতে নানা প্রয়োজনীয় সামগ্রী প্রস্তুত হইতেছে। এই সবই মানুষের স্বথ-স্বাচ্ছন্দ্য বৃদ্ধির জন্তই প্রয়োগ করা হইতেছে। প্রকৃতির অভাব রসশালাতে আজ পরিপূরণ হইতেছে—কৃত্রিম রবার, কৃত্রিম রেশম, কৃত্রিম পেট্রোল, আরও সহস্র প্রকারের বস্তুর উৎপাদনে জীবনযাত্রা স্বচ্ছন্দ করার প্রয়াস চলিতেছে।

বহু-প্রচলিত শিল্পেরও উন্নতি-সাধন করিয়া রসায়ন মানবসমাজের ভাণ্ডার কল্যাণ সাধন করিয়াছে। আকরিক হইতে নানাবিধ ধাতু নিষ্কাশন ও বিভিন্ন মিশ্রধাতুর উৎপাদনের ফলে যন্ত্রশিল্প সম্ভব হইয়াছে, যানবাহন, এরোপ্লেন প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে পারা গিয়াছে। উন্নততর গ্যাসোলীন, ডিজেল তেল, কৃত্রিম পেট্রোল, কৃত্রিম রবার না থাকিলে এত সহজে সারা পৃথিবী পরিভ্রমণ কি সম্ভব হইত?

অবশ্য রসায়নের পরীক্ষাগারেই আবার যত বিস্ফোরক আর বিবাক্ত গ্যাসের সৃষ্টি হইয়াছে এবং তাহার সাহায্যে লক্ষ লক্ষ মানুষের জীবন নাশ হইয়াছে। কিন্তু ক্ষমতালোভী রাজপুরুষ ও রাজনীতিবিদেরা যদি কোন রাসায়নিক আবিষ্কারের অপপ্রয়োগ করিয়া সমাজের ধ্বংস সাধন করেন, তাহার জন্ত রসায়ন দায়ী হইবে কি?

## দ্বিতীয় অধ্যায়

### জড় পদার্থ

২-১। পদার্থঃ বস্তুজগতে আমরা অনেক রকম পদার্থের সংস্পর্শে আনি। আমাদের বিভিন্ন ইন্দ্রিয়ের সাহায্যে আমরা এই সকল পদার্থের অস্তিত্ব সম্বন্ধে সচেতন হইয়া থাকি। সুতরাং পদার্থ ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য। স্পর্শ, স্বাদ, গন্ধ ইত্যাদির দ্বারা আমরা পদার্থের স্বরূপ নিগম করি। পদার্থ ইন্দ্রিয়-গ্রাহ্য হইলেও একথা মনে রাখা প্রয়োজন যে যাহা কিছু ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য তাহাই পদার্থ নহে। যথা, স্পর্শের দ্বারা আমরা উত্তাপ অনুভব করিতে পারি। কিন্তু উত্তাপ পদার্থ নহে, শক্তি বিশেষ।

পদার্থ মাত্রেরই কতকগুলি সাধারণ গুণ বা ধর্ম থাকে। প্রথমতঃ, পদার্থ স্থান অধিকার করিবে। দ্বিতীয়তঃ, সমস্ত পদার্থেরই কিছু না কিছু ওজন থাকিবে। শক্তির কোন ওজন নাই। তৃতীয়তঃ, চাপের সাহায্যে যে কোন প্রকার পদার্থের ভিতর গতিবেগ সঞ্চার করা সম্ভব। যেমন, একটি টেবিল সাধারণতঃ নিশ্চল অবস্থায় আছে, কিন্তু একদিক হইতে উহাতে যথেষ্ট চাপ দিলে উহা অপরদিকে সরিয়া যাইবে, উহাতে গতিবেগ সঞ্চারিত হইবে। প্রত্যেক পদার্থেরই এই তিনটি গুণ থাকে। অতএব বলা যায়, ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য, ওজন-বিশিষ্ট, স্থানব্যাপী ও চাপ-শক্তির প্রভাবে গতিশীল বস্তুই পদার্থ।

২-২। পদার্থের অবস্থাভেদঃ আমরা পদার্থসমূহকে তিন অবস্থায় দেখিতে পাইঃ—(১) কঠিন, (২) তরল, ও (৩) গ্যাসীয় অবস্থা।

কঠিন পদার্থঃ কঠিন পদার্থের একটি নির্দিষ্ট আকার ও আয়তন আছে। তাহা ছাড়া, বাহির হইতে বলপ্রয়োগ ব্যতীত তাহাদের আকারের কোন পরিবর্তন সম্ভব নয়; অর্থাৎ কঠিন পদার্থের খানিকটা দৃঢ়তা আছে। কাঠ, লবণ, বালু, লৌহ, স্বর্ণ ইত্যাদি কঠিন পদার্থ।

তরল পদার্থঃ তরল পদার্থের নির্দিষ্ট আকার নাই। কিন্তু নির্দিষ্ট আয়তন আছে। যে পাত্রে রাখা যায়, ইহা তাহার আকার ধারণ করে। এক গ্লাস জল একটি খালাতে ঢালিয়া দিলে উহা খালার আকার ধারণ করে, কিন্তু

আয়তন একই থাকে। ইহা ছাড়া, তরল পদার্থ সর্বদাই নীচের দিকে প্রবাহিত হয় এবং তরল পদার্থের উপরিভাগ সর্বদা সমতল থাকে। জল, তেল, পারদ, মধু ইত্যাদি তরল পদার্থ।

**গ্যাসীয় পদার্থ :** গ্যাসীয় পদার্থের নির্দিষ্ট কোন আকারও নাই, আয়তনও নাই। উহারা যত স্থলই হউক, যে পাত্রে থাকিবে তাহার সমস্ত স্থান অধিকার করিয়া সেই পাত্রের আকার ধারণ করিবে। গ্যাসীয় পদার্থের কতকগুলি বৈশিষ্ট্য আছে। গ্যাসীয় পদার্থের সংকোচন ও প্রসারণ-ক্ষমতা অধিক। চাপে পড়িয়া সংকুচিত হওয়ার ধর্মকে গ্যাসের **সংকোচ্যতা** (compressibility) বলে। নির্দিষ্ট উষ্ণতায় একটি গ্যাসীয় পদার্থের উপর যত চাপ দেওয়া যায় ততই উহার আয়তন কমিয়া যায়; আবার চাপ কমাইয়া দিলেই উহার আয়তন প্রসার লাভ করে। কঠিন ও তরল পদার্থের এই ধর্ম প্রায় নাই বলিলেই চলে। বায়ু, কার্বন-ডাই-অক্সাইড, হাইড্রোজেন ইত্যাদি গ্যাসীয় পদার্থ।

পদার্থের এই ত্রিবিধ অবস্থা সম্বন্ধে আর একটি বিষয়ও উল্লেখযোগ্য। সাধারণতঃ, একই পদার্থ তিনটি বিভিন্ন অবস্থাতেই থাকিতে পারে। যেমন বরফ, জল ও বাষ্প একই পদার্থ, একই উপাদানে গঠিত। কঠিন বরফকে উষ্ণ করিলে তরল অবস্থায় অর্থাৎ জলে পরিণত হয় এবং জলকে ফুটাইলে বাষ্পে পরিণত হয়। সকল ক্ষেত্রেই উত্তাপের সাহায্যে কঠিন হইতে তরল এবং গ্যাসীয় অবস্থায় পরিণতি সম্ভব। অবশ্য, বিভিন্ন পদার্থের এই অবস্থান্তর ঘটিয়াইতে বিভিন্ন তাপমাত্রার প্রয়োজন হয়। জল যতটুকু উষ্ণ করিলে বাষ্প হয়, পারদকে গ্যাসীয় অবস্থায় রূপান্তরিত করিতে হইলে উহা অপেক্ষা অনেক বেশী উষ্ণ করিতে হইবে। কোন কোন ক্ষেত্রে অবশ্য দেখা যায় যে উত্তাপের সাহায্যে কঠিন অবস্থা হইতে সরাসরি গ্যাসীয় অবস্থায় যাওয়া যায়। যেমন, আয়োডিন ইত্যাদি। সকল বস্তুই যে উত্তাপের সাহায্যে কঠিন হইতে তরল হইবে এমন কোন নিশ্চয়তা নাই। কাঠকে খুব উত্তপ্ত করিলে অঙ্গারে পরিণত হইয়া যায়, তরলতা আসে না।

**২-৩। পদার্থের ধর্ম :** প্রত্যেক পদার্থের নিজস্ব কতকগুলি ধর্ম বা গুণ আছে। কোন পদার্থকে জানিতে হইলে উহার ধর্মগুলির সহিত পরিচিত হওয়া প্রয়োজন; যেমন, জলের কতকগুলি ধর্ম আছে যাহা হইতে

সহজেই আমরা জল চিনিতে পারি। জল স্বচ্ছ, জলের হিমাক ও স্ফটনাক যথাক্রমে  $0^{\circ}$  এবং  $100^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড। জলে লবণ, চিনি ইত্যাদি দ্রব হইয়া থাকে, বিদ্যুৎপ্রবাহ দ্বারা জল অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন গ্যাসে পরিণত হয়। এই সমস্ত এবং আরও অনেক ধর্মের দ্বারা আমরা জলের স্বরূপ চিনিতে পারি। এইরূপ প্রত্যেক পদার্থের কতকগুলি ধর্ম আছে।

বৈজ্ঞানিকেরা পদার্থের ধর্মগুলিকে দুইভাগে বিভক্ত করিয়া আলোচনা করেন। (১) অবস্থাগত ধর্ম বা ভৌত ধর্ম (physical properties); (২) রাসায়নিক ধর্ম (chemical properties)। যে সমুদয় ধর্ম হইতে শুধু পদার্থের বাহ্যিক অবস্থা ও ব্যবহার বুঝা যায় তাহাকে উহার অবস্থাগত ধর্ম বলে। কিন্তু পদার্থের কোন ধর্ম প্রকাশে যদি পদার্থটি নিজেই ভিন্ন কোন বস্তুতে পরিণত হইয়া যায় তাহা হইলে সেই সব ধর্মকে রাসায়নিক ধর্ম বলা হয়। অর্থাৎ যে ধর্মের জন্ম বস্তুর মৌলিক রূপান্তর (অবস্থান্তর নহে) ঘটে, তাহাই রাসায়নিক ধর্ম। জল স্বচ্ছ, জল  $100^{\circ}$  ডিগ্রী উত্তাপে বাষ্পে পরিণত হয়—এই সকল উহার অবস্থাগত ধর্ম। কেননা, এই গুণাবলী দ্বারা উহার বাহ্যিক অবস্থা প্রকাশ পায় এবং বাষ্পে পরিণত হইলেও কোন নূতন পদার্থের সৃষ্টি হয় না। কিন্তু জলের ভিতর বিদ্যুৎপ্রবাহ চালনা করা হইলে সর্বদাই হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাওয়া যায়। অথবা জলের ভিতর এক টুকরা সোডিয়াম দিলে জল ক্ষারে পরিণত হয়। এই সকল প্রকৃতি বা ধর্ম হেতু জল নূতন বস্তুতে পরিণতি লাভ করে। এই ধর্মগুলিকে উহার রাসায়নিক ধর্ম বলা হয়।

অনেক সময় ভৌত ধর্ম যেমন বর্ণ, গন্ধ, স্ফটিকাকৃতি প্রভৃতির সাহায্যে উহাকে চিনিতে পারা সম্ভব। তুঁতে নীল এবং চিনি সাদা, অক্সিজেন বর্ণহীন কিন্তু ক্লোরিন গ্যাস সবুজ, তামা লালচে আর টিন সাদা। এই সকল ক্ষেত্রে রঙ দেখিয়াই উহাদের চিহ্নিত করা সম্ভব। আবার জল ও কোহল উভয়েই বর্ণহীন, কিন্তু বিশিষ্ট গন্ধের সাহায্যে কোহলকে চেনা যায়। সেইরূপ অক্সিজেন ও অ্যামোনিয়া গ্যাস উভয়েই বর্ণহীন, কিন্তু অক্সিজেনের গন্ধ নাই, অ্যামোনিয়ার তীব্র গন্ধ আছে। এসকল ক্ষেত্রে গন্ধ বস্তুটিকে চিনিতে সাহায্য করে। কোন কোন সময় স্পর্শের সাহায্যেও বিভিন্ন বস্তু চিহ্নিত করা সম্ভব। ময়লা ও চিনি, অথবা গ্রাফাইট ও লোহ উহাদের স্পর্শ করিয়াও বলা যায়।

বস্তুর গুরুত্বও সময় সময় এক হইতে অপরকে পৃথকভাবে চিনিতে সাহায্য করে, যেমন অ্যালুমিনিয়াম পূব হালকা আর সীসা খুব ভারী। ফটকিরির স্ফটিক চিনির স্ফটিক হইতে

বিভিন্ন স্তরায়ং ক্ষটিকাকৃতি দেখিয়া উহাদের কোনটি কি জানা সম্ভব। লোহা এবং নীসা চিনিতে হইলে উহাদের চুস্ককণ্ড পরীক্ষাই সবচেয়ে সুবিধাজনক। কখনও কখনও জলে দ্রাব্যতা দেখিয়াও কিনিম চিনিতে পারা যায়—যেমন চিনি জলে দ্রাব্য, বালু অদ্রবণীয়।

পক্ষান্তরে, বাসায়নিক ধর্মের সাহায্যে বস্তু সনাক্ত করাই সাধারণ রীতি। কয়লা পোড়াইলে যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস পাওয়া যায়, উহা গরিল্পাব চূনের জলের সংস্পর্শে আসিলেই চূনের জল গোলাটে ও সাদা হইয়া যায়। ইহা একটি রাসায়নিক পরিবর্তন এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইডের এই রাসায়নিক গুণ হইতেই উহাকে সর্বদা চিহ্নিত করা হয়।

**২-৪। পদার্থের শ্রেণীবিভাগ :** দৈনন্দিন জীবনের প্রতিক্ষেণে আমরা অসংখ্য রকম পদার্থের সংস্পর্শে আসি। এই সকল বিভিন্ন পদার্থ পরস্পর স্বতন্ত্র এবং প্রত্যেকের কতকগুলি নিজস্ব ধর্ম আছে। আবার, অনেক ক্ষেত্রে এমনও দেখা যাইবে যে, বিভিন্ন পদার্থ বিভিন্ন প্রয়োজনে লাগে। তাহাদের আকার-আয়তন ইত্যাদিও এক নয়, কিন্তু তাহারা একই উপাদানে গঠিত বা একই বস্তু হইতে উৎপন্ন। যেমন কলের পাইপ, কলমের মি.ব. বুনসেন দীপ, ঘরের কাড়ি ইত্যাদি সবই বিভিন্ন পদার্থ, কিন্তু একই উপাদান লৌহদ্বারা তৈয়ারী।

পদার্থের কোন শ্রেণীগত বিভাগ করিতে হইলে উহাদের উপাদানের কথাই প্রথমে ভাবিতে হইবে। প্রত্যেকটি পদার্থ যে একটি মাত্র উপাদানে গঠিত হইবে এমন কোন নিশ্চয়তা নাই। দুধ যেমন জল, স্নেহদ্রব্য, শর্করা, প্রোটিন ইত্যাদি বিভিন্ন বস্তুর সংমিশ্রণে তৈয়ারী, সেই রকম কাদামাটিতেও আমরা বহু রকমের কঠিন দ্রব্য এবং জল দেখিতে পাই। স্তরায়ং অনেক পদার্থে দুই বা ততোধিক বস্তু একত্র মিশ্রিত অবস্থায় থাকে। এই সকল মিশ্রিত পদার্থের উপাদানগুলি পদার্থটির সমস্ত অংশে সমান অনুপাতে নাও থাকিতে পারে। উদাহরণ স্বরূপ বলা যায় যে যদি কিছুটা নদীর জল একটি কাচের গ্লাসে রাখিয়া দেওয়া যায়, তবে দেখা যায় নীচের দিকে অনেকটা মাটি ও বালি জমা হইয়াছে। গ্লাসের উপরের অংশে জল ও মাটির অনুপাত নীচের অংশের অনুপাতের সমান নয়। আবার অনেক পদার্থ আছে, যাহাতে পদার্থটির যে কোন অংশে উপাদানগুলির অনুপাত একরকম। যেমন—দুধ একটি গ্লাসে রাখিলে উহার যে কোন অংশে জল বা প্রোটিন বা শর্করার অংশ একই দেখা যায়। বলা বাহুল্য, যে সমস্ত পদার্থে একটি মাত্র উপাদান

আছে, উহা কাহারও সহিত মিশ্রিত নয়, তাহাদের সমস্ত অংশই একই ভাবে গঠিত।

যে সকল মিশ্রিত পদার্থে বিভিন্ন উপাদানের অনুপাত বিভিন্ন অংশে অ-সমান তাহাদিগকে **অ-সমসত্ত্ব পদার্থ** ( Heterogeneous bodies ) বলে এবং যে সকল মিশ্রিত পদার্থের সর্বাংশে উপাদানগুলির অনুপাতিক হার সমান তাহাদিগকে **সমসত্ত্ব পদার্থ** ( Homogeneous bodies ) বলে।

একটিমাত্র উপাদানে গঠিত পদার্থগুলিকে বিশুদ্ধ পদার্থ বলিতে পারা যায়। অত্ৰ কোন পদার্থ উহাতে মিশ্রিত নাই বলিয়া বিশুদ্ধ পদার্থ মাত্রই সমসত্ত্ব শ্রেণীর। বিশুদ্ধ পদার্থগুলিকে দুই শ্রেণীতে ভাগ করা হয়—**মৌলিক ও যৌগিক পদার্থ**।

**মৌলিক পদার্থ :** যে সকল পদার্থ হইতে বিশ্লেষণের ফলে উহা ব্যতীত নতন ধর্মবিশিষ্ট অত্ৰ কোন পদার্থ পাওয়া যায় না, তাহাদিগকে **মৌলিক পদার্থ** বা **মৌল** বলে। স্বর্ণ, সোহ, গন্ধক, পারদ, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন ইত্যাদি মৌলিক পদার্থ, ইহাদের বিশ্লেষণের ফলে কোন নতন পদার্থ পাওয়া যায় না। শুধু পারদ হইতে পারদ ব্যতীত অত্ৰ কোন বস্তু কোন উপায়ে বা কোন রকম শক্তির প্রয়োগেই পাওয়া সম্ভব নয়। সুতরাং পারদ একটি মৌলিক পদার্থ। তবে ইহা হইতে একথা বলা চলে না যে পারদ আর কোন বস্তুতে পরিবর্তিত হইতে পারিবে না। কারণ, এই পারদই উত্তপ্ত অবস্থায় অক্সিজেনের সহযোগে লাল মারকিউরিক অক্সাইডে পরিণত হয়। এই পরিবর্তনের জন্য অপর একটি পদার্থকে ইহার সহিত যুক্ত হইতে হইয়াছে। কেবলমাত্র পারদ হইতে ইহা পাওয়া যায় নাই। মারকিউরিক অক্সাইডকে মৌলিক পদার্থ বলা যায় না, ইহা পারদ হইতে জটিলতর পদার্থ এবং ইহাকে বিশ্লেষণ করিলে আবার পারদ ও অক্সিজেন পাওয়া যাইবে।

**যৌগিক পদার্থ :** বিশ্লেষণের ফলে যে সমুদয় পদার্থ হইতে দুই বা ততোধিক আরও সরল পদার্থ বা মৌলিক পদার্থ পাওয়া যায় তাহাদিগকে

যৌগ বা যৌগিক পদার্থ বলে। জল, চিনি, কার্বন-ডাই-অক্সাইড, লবণ, তেল, তুলা, বোরিক অ্যাসিড ইত্যাদি যৌগিক পদার্থ। বিদ্যুৎপ্রবাহ জলকে বিশ্লেষণ করে; ফলে, দুইটি মৌলিক পদার্থ হাইড্রোজেন, অক্সিজেন পাওয়া যায়। চিনি বিশ্লেষণ করিলে হাইড্রোজেন, অক্সিজেন ও কার্বন পাওয়া যায়। অতএব জল, চিনি ইত্যাদি যৌগিক পদার্থ।

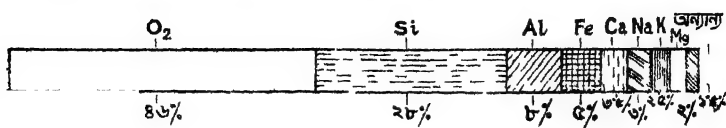
অনুভাবে আমরা বলিতে পারি, দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থেব মিলনে যে নূতন পদার্থের সৃষ্টি হয় তাহাকে যৌগিক পদার্থ বলা হয়। এই মিলন শুধুমাত্র সংমিশ্রণ নয়; ইহাতে আরও গভীরতর রাসায়নিক সংযোগ প্রয়োজন।- এই বিষয়ে আমরা পরে আলোচনা করিব। পারদ ও আয়োডিন রাসায়নিক সংযোগ দ্বারা মারকিউরিক আয়োডাইড নামক যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি করে। ম্যাগনেসিয়াম যখন অক্সিজেনে পুড়িয়া ভস্মীভূত হয় তখন এই দুইটি মৌলিক পদার্থের রাসায়নিক সংযোগ ঘটে এবং ভস্মটি ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড নামক যৌগিক পদার্থ।

প্রকৃতিতে অগণিত যৌগিক পদার্থ আছে এবং বিজ্ঞানীরা তাহাদেব পরীক্ষাগারে প্রতিদিন নানাবকমে মৌলিক পদার্থগুলিকে যুক্ত করিয়া নূতন নূতন যৌগিক পদার্থ গঠন করিতেছেন। কিন্তু সেই তুলনায় মৌলিক পদার্থের সংখ্যা খুব কম। আপাততঃ রসায়নবিদগণ মনে করেন সর্বমুদ্র ৯৮টি মৌলিক পদার্থ আছে। জড়জগতের সমস্ত বস্তুই মোটামুটি ঐ ৯৮টি মৌলিক পদার্থের দ্বারা ততোধিক সংখ্যা হইতে সৃষ্ট হইয়াছে। মৌলিক পদার্থগুলির একটি পুস্তকের শেষে দেওয়া হইল।

মৌলিক পদার্থসমূহের অধিকাংশই পৃথিবীতে অন্ত মৌলিক পদার্থের সহিত যুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। যেমন—সোডিয়াম (লবণে), ক্যালসিয়াম (কার্বনেল পাথরে), ফসফরাস (হাড়) ইত্যাদি। আবার কতকগুলি মৌলিক পদার্থ মুক্ত (বা স্বতন্ত্র) এবং অসংযুক্ত অবস্থাতেই পৃথিবীতে পাওয়া যায়।—স্বর্ণ, রৌপ্য, অক্সিজেন, অক্সার, গন্ধক ইত্যাদি।

মৌলিক পদার্থগুলির প্রায় পঁচিশটি পৃথিবীতে পর্যাপ্ত পরিমাণে পাওয়া যায়, অন্যান্য মৌলের পরিমাণ পৃথিবীতে কম। বিজ্ঞানীরা মনে করেন, পৃথিবীর কেন্দ্রে প্রচুর লৌহ আর নিকেল আছে। উহার চারিদিক গভীর

সিলিকেট পাথরে আবৃত। পৃথিবীর উপরের ১০-১৫ মাইল স্তরকে ভূপৃষ্ঠ বলা হয়। এই ভূপৃষ্ঠের সহিতই আমাদের পরিচয়। ভূপৃষ্ঠের বিশ্লেষণে দেখা যায়,



চিত্র ২ক—ভূপৃষ্ঠের মৌলের অনুপাত

ইহার প্রায় অর্ধাংশই অক্সিজেন এবং তাহার পবেই সিলিকন। ভূপৃষ্ঠের প্রধান প্রধান মৌলগুলির পবিমাণ এইরূপ :—

অক্সিজেন—৪৬	ক্যালসিয়াম—৩.৫%
সিলিকন—২৮	সোডিয়াম—৩
আলুমিনিয়াম—৮.৮	পটাসিয়াম—২.৫%
লৌহ—৫%	ম্যাগনেসিয়াম—২%

অগ্নাত—১.৫%

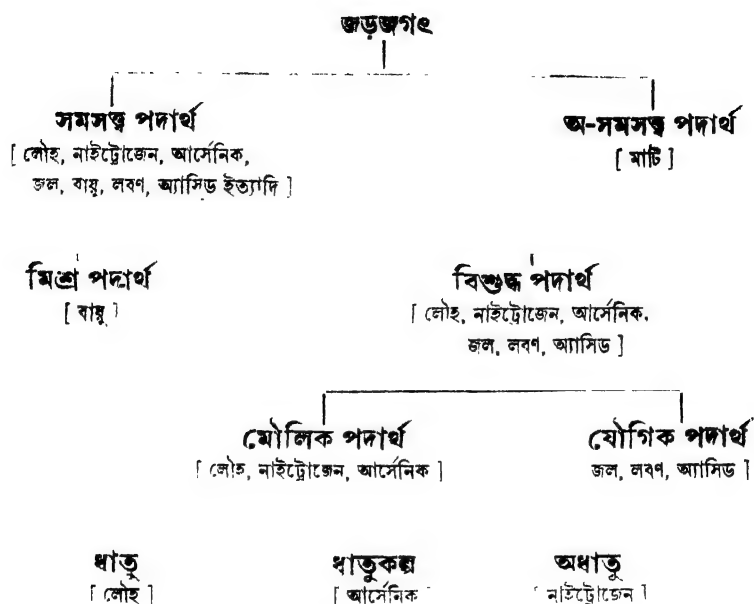
কার্বন বা অক্সিজেনের একটি বিশেষ স্থান আছে। কার্বনের মত অধিক সংখ্যক যৌগিক পদার্থ আর কোন মৌলের নাই এবং থাকার সম্ভব নয়। অক্সার-সম্বন্ধিত যৌগিক পদার্থের প্রাচুর্য জীবজগতে অত্যন্ত বেশী। কার্বন ও উহা-ব যৌগসমূহের রসায়ন এই কারণে পৃথক ভাবে আলোচিত হয় এবং তাহাকে বলে ‘জৈব রসায়ন’। অগ্নাত মৌল ও তাহাদের যৌগিক পদার্থগুলির আলোচনাই ‘অজৈব রসায়ন’।

মৌলসমূহকে আবার আরও তিনটি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে :—

ধাতু, অধাতু এবং ধাতুকল্প। ধাতু বা ধাতব পদার্থসকল, যেমন—অর্ণ, তাম্র ইত্যাদি, সাধারণতঃ তাপ ও তড়িৎ-পরিবাহী; উহাদের দৃঢ়তা, প্রসার্যতা (ductility) এবং অধিকতর ঘাতসহতা (malleability) প্রভৃতি কতগুলি বিশেষ ধর্ম দেখা যায়। অতদিকে অধাতু পদার্থসকলের, যেমন—সালফার, কার্বন, অক্সিজেন ইত্যাদির, দৃঢ়তা, তাপ ও তড়িৎ-পরিবাহিতা প্রায় নাই, তাহাদের প্রসার্যতা ও ঘাতসহতা খুব কম। আবার কোন কোন মৌলিক পদার্থ ধাতু এবং অধাতু পদার্থের মাঝামাঝি গুণসম্পন্ন এবং কতক পরিমাণে উভয় শ্রেণীরই ধর্ম প্রকাশ করে—ইহাদের ষাটুকল্প বলা হয়। যেমন—



আর্সেনিক, অ্যান্টিমনি। অতএব বস্তুজগতের শ্রেণীবিভাগ নিম্নলিখিত উপায়ে করা হইয়াছে :—



২-৩। পদার্থের গঠনঃ বিশুদ্ধ পদার্থকে যৌগিক এবং মৌলিক এই দুই ভাগে বিভক্ত করা হইয়াছে। অতঃপর এই দুই শ্রেণীর পদার্থ সম্বন্ধে কিছু জানা প্রয়োজন।

**মৌলিক পদার্থঃ** মৌলিক পদার্থগুলি একটিমাত্র উপাদান দ্বারা গঠিত এবং প্রত্যেকটি মৌলিক পদার্থের স্বকীয় কতকগুলি ধর্ম আছে। এক-কণ্ড লৌহ যদি খুব ছোট ছোট অংশে বিভক্ত করা যায় তাহা হইলে প্রতিটি ক্ষুদ্র অংশে লৌহের সমস্ত গুণ বর্তমান থাকে। এই ছোট টুকরাগুলি যদি আরও ক্ষুদ্রতর অংশে ভাগ করিতে থাকি তबে উহারা আয়তনে ও ওজনে কম হইতে থাকিবে, কিন্তু উহারা মৌলিক পদার্থ লৌহরূপেই থাকিবে। ক্রমাগত এইরূপ বিভাগের ফলে তাহারা এত ক্ষুদ্র হইয়া পড়িবে যে খুব শক্তিশালী অণুবীক্ষণেও ধরা পড়িবে না। কিন্তু যদি কোন উপায়ে উহাদিগকে আরও ক্ষুদ্রতর অংশে বিভক্ত করিতে থাকা যায় তবে শেষ পর্যন্ত আমরা একটি

সূক্ষ্মতম লৌহ-কণিকায় আদিয়া পৌছিব, বাহাকে আর বিভক্ত করা চলে না। এই ক্ষুদ্রতম অবিভাজ্য লৌহ-কণিকাকে লৌহের পরমাণু নামে অভিহিত করা হয়। বলা বাহুল্য, এই সূক্ষ্মতম কণাগুলিতেও লৌহের সমস্ত ধর্মই বিद्यমান। এই ক্ষুদ্রতম কণাগুলিকে গ্রীক দার্শনিক ডিমক্ৰিটস নামকরণ করিলেন ‘অ্যাটম’ (অর্থাৎ অবিভাজ্য)। অতএব আমরা বলিতে পারি, একটি লৌহখণ্ড অসংখ্য লৌহ-পরমাণুর সমষ্টি মাত্র। অবশ্য এই সকল লৌহপরমাণু আয়তনে, আকারে, ওজনে ও ব্যবহারে সম্পূর্ণ অভিন্ন।

লৌহের মত অল্প যে কোন মৌলিক পদার্থকে লইয়া উপরোক্ত উপায়ে বিভক্ত করিয়া দেখান সম্ভব যে প্রতিটি মৌলিক পদার্থই তাহাদের স্ব স্ব পরমাণু দ্বারা গঠিত। একটু পারদ বা একটু অক্সিজেন যথাক্রমে পারদ ও অক্সিজেন পরমাণুর সমষ্টি। অবশ্য বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পরমাণু বিভিন্ন। স্বর্ণের পরমাণুগুলির সব একরকম, কিন্তু কার্বন বা রৌপ্যের পরমাণু হইতে ওজনে ও ধর্মসম্পূর্ণ পৃথক।

আমরা পূর্বেই দেখিয়াছি, দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থের রাসায়নিক মিলনে যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি হয়। দুইটি মৌলিক পদার্থের রাসায়নিক মিলনের অর্থ ঐ দুইটি মৌলিক পদার্থের পরমাণুগুলির একত্র কোন ‘সুনিদিষ্ট সমাবেশ’। পরমাণুগুলি অবিভাজ্য।\* সুতরাং এইরূপ রাসায়নিক মিলনে একটির চেয়ে কম পরমাণু কখনও অংশ গ্রহণ করিতে পারে না। অতএব পরমাণুর সংজ্ঞা হিসাবে বলা যায়—“মৌলিক পদার্থের সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্মতম অংশ, যাহাতে সেই পদার্থের সমস্ত ধর্ম বিद्यমান এবং যাহার চেয়ে সূক্ষ্ম কোনও অংশ ঐ পদার্থের কোন রাসায়নিক পরিবর্তনে অংশ গ্রহণ করিতে পারে না, তাহাকেই সেই মৌলিক পদার্থের পরমাণু বলা যাইতে পারে।”

অনেক ক্ষেত্রে পরমাণুগুলি একাকী থাকিতে পারে না, অর্থাৎ একটি পরমাণুর স্বাধীন অস্তিত্ব নাই, দুই বা ততোধিক পরমাণু একত্র অবস্থান করে।

অবশ্য পরমাণুকে এখন আর অবিভাজ্য বলা চলে না। বর্তমানে বিজ্ঞানীরা পরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণ করিয়াছেন যে পরমাণুকেও ভাঙা সম্ভব। কিন্তু পরমাণুকে ভাঙিয়া ফেলিলে কতকগুলি বিদ্যুৎকণা পাওয়া যায়। কিন্তু উহাতে আদি পদার্থের কোন গুণ থাকে না। এই বিষয়ে পরে আলোচনা করা হইবে।

অতএব অনেক মৌলিক পদার্থ হইতে একটি মাত্র পরমাণু আলাদা করা সম্ভব নয়। যেমন, অক্সিজেন বা আয়োডিনে সর্বদা দুইটি পরমাণু একত্র থাকে, কসফরাসে চারিটি পরমাণু একত্র থাকে। আবার অনেক ক্ষেত্রে, বিশেষতঃ ধাতুগুলিতে, একটি পরমাণুরও স্বাধীন সত্তা আছে। স্বাধীনসত্তাসম্পন্ন মৌলিক পদার্থের এই ক্ষুদ্র অংশগুলিকে মৌলিক পদার্থের ‘অণু’ বলে। সমস্ত অণুই পরমাণু দ্বারা গঠিত এবং অণুগুলিতে সেই মৌলিক পদার্থের সমস্ত ধর্মই বর্তমান। যে সকল মৌলিক পদার্থে একটি পরমাণুই স্বাধীনভাবে বিद्यমান, অণু সহচরের প্রয়োজন হয় না, সেই সব ক্ষেত্রে অণু ও পরমাণু অভিন্ন। অণুহীন ক্ষেত্রে অণুগুলি একাধিক পরমাণু হইতে সৃষ্ট। পরমাণুর সংখ্যা অনুসারে, এই অণুগুলিকে একপরমাণুক অণু, দ্বিপারমাণুক অণু ইত্যাদি বলা হইয়া থাকে।

**যৌগিক পদার্থ :** যৌগসমূহ একাধিক মৌলিক পদার্থের রাসায়নিক মিলনে উৎপন্ন হয়। চিনি একটি যৌগিক পদার্থ। বিশ্লেষণে দেখা যায়—অম্লার, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন এই তিনটি মৌলিক পদার্থ দ্বারা চিনি গঠিত। প্রত্যেক পদার্থের মত চিনিরও কতকগুলি স্বকীয় গুণ আছে। যেমন—উহা স্বাদে মিষ্ট, জলে দ্রবীভূত হয়, ইত্যাদি। এখন এক ডেলা চিনি লইয়া যদি উহা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশে বিভক্ত করি, তাহা হইলে অংশগুলি আয়তনে ও ওজনে কমিয়া যাইবে সত্য, কিন্তু এই ক্ষুদ্র অংশগুলি চিনিই থাকিবে। ক্রমাগত এইভাবে প্রতিটি ছোট ছোট অংশকে বিভক্ত করিতে থাকিলে আমরা ক্রমে ক্রমে সূক্ষ্ম হইতে সূক্ষ্মতর অংশ পাইতে থাকিব এবং অবশেষে চিনির এমন একটি সূক্ষ্মতিসূক্ষ্ম অংশে উপনীত হইব যাহাকে আর বিভক্ত করার চেষ্টা করিলে উহা আর চিনি থাকিবে না। তখন এই ক্ষুদ্রতর অংশটি ভাঙ্গিয়া উহার গঠনকারী মৌলিক পদার্থের পরমাণুতে পরিবর্তিত হইয়া যাইবে। চিনির এই সূক্ষ্মতম অংশ, যাহাতে চিনির সমস্ত ধর্ম বজায় থাকে এবং যাহা চিনি হিসাবে অভিহিত তাহাকে চিনির ‘অণু’ বলা হয়। যেহেতু এই অণুগুলিও চিনি স্তরায় উহাতে চিনির মৌলিক পদার্থগুলিকেও থাকিতে হইবে। অর্থাৎ, চিনির অণুসমূহ অম্লার, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত এবং চিনির ছোট ছোট ক্ষুদ্রিকগুলি কোটি কোটি অণুর সমষ্টিমাত্র। সুধু চিনি নয়, যে কোন যৌগিক পদার্থই এইরূপে গঠিত। জল

বা খড়িমাটি ভাহাদের নিজ নিজ অণুর সমষ্টি। জলের অণু উহার ক্ষুদ্রতম অংশ, বাহাতে জলের সমস্ত ধর্ম বিদ্যমান, এবং এই অণু হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরমাণুর সমন্বয়ে উৎপন্ন। আর একটি কথা স্মরণ রাখিতে হইবে। মৌলিক-যৌগিক পদার্থ-নির্বিণ্ডে অণুমাট্রেই স্বাধীন অস্তিত্ব আছে, এবং উহা একক ভাবে অবস্থান করিতে পারে।

২-৬। অণু ও পরমাণুঃ মৌল এবং যৌগসমূহের গঠন-প্রণালী হইতে দেখা গিয়াছে, ইহাদের ভিতর পবমাণু এবং অণুর সমষ্টি বর্তমান। এখন এই অণু ও পরমাণুব বৈজ্ঞানিক লক্ষণ দেওয়া যাইতে পারে। স্বাধীনসত্তাসংযুক্ত পদার্থের সমস্ত ধর্মসম্পন্ন ক্ষুদ্রতম অংশকেই উহার অণু বলা হয়, পদার্থটি যৌগিক অথবা মৌলিক যে বকমই হউক না কেন। যৌগিক পদার্থ জল যেমন জলের অণুব সমষ্টি, মৌলিক পদার্থ কার্বন তেমনই কার্বনের অণুর সমষ্টি।

যৌগিক অথবা মৌলিক পদার্থে এই অণুগুলি আবাব পরমাণুর সাহায্যে গঠিত। মৌলিক পদার্থের পরমাণুতে ঐ পদার্থটির সকল ধর্মই অব্যাহত থাকে। যৌগিক পদার্থের কোন পবমাণু হইতে পারে না, অণুই উহার ক্ষুদ্রতম অস্তিত্ব। যৌগিক পদার্থের অণুগুলিতে বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পরমাণু বর্তমান। কেননা, যৌগিক পদার্থ বিভিন্ন মৌলিক পদার্থে গড়া। অত্ৰদিকে মৌলিক পদার্থে অণুগুলিতে একাধিক পরমাণু থাকা অসম্ভব নয় (যেমন, অক্সিজেন বা আয়োডিনে), কিন্তু এই পরমাণুগুলি সব একরকমের। ইহাই যৌগিক ও মৌলিক পদার্থের গঠন-বিভিন্নতা। হাইড্রোজেনের একটি অণুতে দুইটি পবমাণু আছে, দুইটিই এক প্রকারের। কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অণুতেও দুইটি পরমাণু আছে—একটি হাইড্রোজেনের, অপরটি ক্লোরিনের পরমাণু।

২-৭। ডালটনের পরমাণুবাদঃ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র একই রকমের কণিকা-দ্বারা যে প্রতিটি পদার্থ গঠিত এই ধারণা বহুকাল হইতেই দার্শনিক এবং বিজ্ঞানীরা গ্রহণ কবিয়াছেন। এই বিষয়ে হিন্দু দার্শনিক কণাদেব নামই সর্বপ্রথম উল্লেখযোগ্য। কিন্তু এগুে সর্বপ্রথম স্থানিদিষ্টভাবে বস্তু গঠন সম্বন্ধে মতবাদ দিয়াছেন ইংরেজ বিজ্ঞানবিদ জন ডালটন। ইহা

ডালটনের পরমাণুবাদ বলা হয়। ইহাতে তিনি কয়েকটি স্বীকার্য উত্থাপন করিয়াছেন :

(১) মৌলিক পদার্থসমূহ অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র নিরেট কণার সমন্বয়ে গঠিত হইয়াছে। এই ক্ষুদ্র কণাগুলি অ-খণ্ডনীয় এবং ইহাদের পরমাণু বলা যাইতে পারে।

(২) একই মৌলিক পদার্থের সমস্ত পরমাণু একই ওজনের হয়। অল্প রকমেও উহারা অভিন্ন। বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পরমাণু বিভিন্ন।

(৩) বিভিন্ন মৌলিক পদার্থ হইতে এক বা একাধিক পরমাণুর হুনিদিষ্ট সমাবেশে রাসায়নিক সংযোগ ঘটয়া থাকে। অর্থাৎ দুই বা বহু বিভিন্ন পরমাণুর সংযোগে যৌগিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশের সৃষ্টি হয়।

বহু রকমের পরীক্ষা ও পর্যবেক্ষণের সাহায্যে এই স্বীকার্যগুলির অস্বত্বনিহিত সত্যতা প্রমাণিত হইয়াছে।\*

বস্তুতঃ, ডালটনের এই পরমাণুবাদই বর্তমান রসায়ন শাস্ত্রের ভিত্তি স্থাপনা করিয়াছে সন্দেহ নাই, এবং ইহার সাহায্যেই সমস্ত রকম রাসায়নিক প্রক্রিয়া ও পরিবর্তন বুঝিতে পারা সম্ভব হইয়াছে।

পদার্থের গঠনকারী অণু ও পরমাণুগুলি যে অতি হৃদয় সে বিষয়ে কোন সন্দেহ নাই। উহাদের আয়তন বা ওজনের একটা ধারণা করার চেষ্টা করা যাইতে পারে। জলীয় বাষ্পের একটি অণুর ওজন মাত্র ..... ২৯ গ্রাম। ইহা এত ছোট যে কল্পনায় আনাও প্রায় অসম্ভব। পরমাণুর ওজন আরও কম। মৌলিক পদার্থের ভিতর হাইড্রোজেন লঘুতম এবং ইউরেনিয়াম অত্যন্ত গুরুতর।

একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন ..... ১৬ গ্রাম এবং একটি ইউরেনিয়াম পরমাণুর ওজন ..... ৩৭ গ্রাম।

শুধু ওজনে নয়, আয়তনেও উহারা অতি ক্ষুদ্রকার। একটি হাইড্রোজেন অণুর ব্যাস ..... ২৪ সেন্টিমিটার, অর্থাৎ উহার অণুগুলিকে পর পর পাশাপাশি সাজাইলে এক ইঞ্চি স্থানে প্রায় বিশ কোটি অণু থাকিতে পারিবে। সাধারণ চাপে এবং ০° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এক ঘনায়তন সেন্টিমিটার গ্যাসে প্রায় ২৭ ..... সংখ্যক অণু আছে। প্রতি সেকেন্ডে যদি দশটি অণু গণিয়া ওঠা সম্ভব হয় তবে এক ঘন সেন্টিমিটার গ্যাসের অণু গণিতে ৮৬ ..... বৎসর সময় প্রয়োজন।

\* আধুনিক গবেষণার ফলে ডালটনের এই স্বীকার্যগুলির ব্যাখ্যা ও প্রয়োগের ধানিকটা পরিবর্তন প্রয়োজন হইয়াছে। এবিষয়ে পরে বিশদ আলোচনা করা হইবে।

## পদার্থের পরিবর্তন

পদার্থের গঠন সম্বন্ধে আর একটি বিষয় আলোচনা করা প্রয়োজন। পদার্থমাত্রই উহার অণুপুঞ্জ। স্বতঃই প্রশ্ন উঠিবে যে এই সময় অণু কি সব ঘনসন্নিবিষ্ট, না উহাদের পরস্পরের ভিতর কোন অবকাশ বা ফাঁক (space) আছে। একটু চিন্তা করিলেই দেখা যাইবে যে অণুগুলি নিরবকাশ ভাবে পুঞ্জীভূত নয়। সেইজন্য, জলের মধ্যে যখন চিনি মিশান হয়, তখন উহা দ্রব হইয়া যায়, কিন্তু জলের আয়তনের বৃদ্ধি হয় না। কোন কোন সময় দুইটি পদার্থ একত্র মিশিয়া আয়তনের সঙ্কোচ সাধন করে। সুতরাং অণুগুলির পরস্পরের ভিতর যে অবকাশ আছে তাহা স্বীকার করিতেই হইবে; এই অবকাশের নাম দেওয়া হইয়াছে ‘আণবিক ব্যবধান’ (intermolecular space)। কোনও গ্যাসের চাপ বৃদ্ধি করিলে উহার আয়তনের সঙ্কোচন হয়। আণবিক ব্যবধান যে আছে, ইহা তাহার বিশিষ্ট প্রমাণ।

বস্তুতঃ অণুগুলি স্থির হইয়া থাকে না, উহারা গতিশীল এবং আণবিক ব্যবধান সঙ্কেত পরস্পরকে আকর্ষণ করে, অর্থাৎ উহাদের মধ্যে ‘আণবিক আকর্ষণী শক্তি’ (intermolecular force) আছে। বিভিন্ন পদার্থে এবং বিভিন্ন অবস্থায় এই আকর্ষণী শক্তির পরিমাণ বিভিন্ন। পদার্থের কঠিন অবস্থায় আকর্ষণী শক্তি সর্বাধিক প্রবল থাকে। তাহাদের ভিতর আণবিক ব্যবধান কমিয়া যায়। সুতরাং তাহাদের একটা নির্দিষ্ট আকার থাকে। তরল অবস্থায় আকর্ষণী শক্তি অপেক্ষাকৃত কম, অণুগুলি ইতস্ততঃ সঞ্চরণশীল। আণবিক ব্যবধান পূর্বাপেক্ষা অধিকতর, তাহাদের নির্দিষ্ট আকার থাকে না। মার্কত বা গ্যাসীয় অবস্থায় অণুগুলির ভিতর আকর্ষণী শক্তি খুবই কম থাকে। অণুগুলি প্রায় স্বাধীনভাবে চতুর্দিকে গতিশীল হইয়া থাকে। সুতরাং তাহাদের আকার বা আয়তন কিছুই থাকে না। চাপ এবং শৈত্যের আধিক্যে আণবিক ব্যবধান কমিয়া যায়। এই জন্যই উষ্ণতা কমাইয়া দিলে গ্যাসীয় পদার্থ তরল এবং তরল পদার্থ কঠিন হইয়া থাকে।

২-৮। পদার্থের পরিবর্তনঃ আমাদের চারিদিকের বস্তু-জগতে প্রতিনিয়ত অসংখ্য পরিবর্তন সাধিত হইতেছে। এই সকল পরিবর্তন প্রকৃতিতে অনেক সময় আপনা-আপনিই হয়, আবার আমরা নিজেরাও প্রায়ই

বিভিন্ন শক্তির সাহায্যে বস্তুর পরিবর্তন সাধন করি। পর্বতের উপরের কঠিন তুষার গলিয়া জল হইতেছে; নদী ও সাগরের জল সূর্যের উত্তাপে বাষ্প হইয়া যাইতেছে; বাতাসে থাকিয়া লৌহে মরিচা পড়িতেছে; বীজ হইতে গাছ এবং সেই গাছে ক্রমে ফুল-ফল হইতেছে; অন্ধার পুড়িয়া তাম্র ও গ্যাস হইতেছে; ফুটন্ত জলে চাউল ভাতে পরিণত হইতেছে,—নিরন্তর এই রকম অসংখ্য পরিবর্তন বস্তুজগতের স্বাভাবিক ঘটনা। মোটামুটি বস্তুর এই সব পরিবর্তনকে দুই শ্রেণীতে ভাগ করা হয়:—(১) অবস্থাগত বা ভৌত পরিবর্তন এবং (২) রাসায়নিক পরিবর্তন।

### অবস্থাগত বা ভৌত পরিবর্তন (Physical change) :

যে সমস্ত পরিবর্তনে পদার্থের শুধু বাহ্যিক পরিবর্তনই হয়, কিন্তু যে সকল অণুদ্বারা পদার্থটি গঠিত উহাদের কোন পরিবর্তন হয় না, তাহাকে অবস্থাগত পরিবর্তন বলা যাইতে পারে। এই সব পরিবর্তনে অবস্থাগত ধর্মগুলি বদলাইয়া যাইতে পারে, কিন্তু পদার্থের রাসায়নিক ধর্মের কোন ব্যতিক্রম হয় না। যেমন, জল উত্তপ্ত করিলে বাষ্পে পরিণত হয়। এই পরিবর্তনে অবস্থার প্রকারভেদ ঘটিয়াছে সত্য, অর্থাৎ জলের আয়তন, ঘনত্ব, স্বচ্ছতা ইত্যাদি গুণ লোপ হইয়াছে, কিন্তু জল ও বাষ্পের অণুগুলি একই রহিয়াছে। বাষ্পকে শীতল করিলেই আবার জল পাওয়া যাইবে। বস্তুতঃ, ইহাতে পদার্থের আভ্যন্তরিক বস্তুর কোন পরিবর্তন হয় নাই।

সাধারণ অবস্থায় বরফ রাখিয়া দিলে উহা তাপ গ্রহণ করিয়া ধীরে ধীরে গলিয়া জলে পরিণত হয়। আবার, খুব শীতল করিলে জল জমিয়া বরফে পরিণত হয়। সেইরূপ, একটি কাচনলে খানিকটা মোম লইয়া উত্তপ্ত করিলে উহা তরল হইয়া যায়, আবার ঠাণ্ডা করিলে কঠিনাকার ধারণ করে। এই সব ক্ষেত্রে, বস্তুর কোন পরিবর্তন হয় না। শুধু অবস্থার পরিবর্তন হয়। এগুলি ভৌত পরিবর্তন।

বিদ্যুৎপ্রবাহের সাহায্যে বৈদ্যুতিক বাল্বের ভিতরের তারটি আলো বিকিরণ করিতে থাকে। যদি বিদ্যুৎপ্রবাহ বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়, সেই তারটি তখন আর আলো দিতে সক্ষম হয় না, অর্থাৎ তাহার আলো বিকিরণের ধর্মটি আর থাকে না। এই যে পরিবর্তন তাহাতে তারটি যে-সকল

অণুঘারা গঠিত তাহাদের কোন পরিবর্তন হয় নাই, কেবল উহার বাহ্যিক অবস্থাগত ধর্মের ব্যতিক্রম হইয়াছে মাত্র। সুতরাং, ইহা ভৌত বা অবস্থাগত পরিবর্তন।

একটি প্লাটিনামের তার দীপ-শিখার মধ্যে ধরিলে উহা শ্বেততপ্ত হইয়া ওঠে ও আলো বিকিরণ করে। দীপ হইতে সরাইয়া লইলে, উহার স্বাভাবিক রঙ ফিরিয়া আসে। উক্তপ্ত অবস্থায় উহার একটি নূতন ধর্ম হয় বটে তবে প্লাটিনাম ধাতুটির কোন পরিবর্তন হয় না। সুতরাং ইহা একটি অবস্থাগত পরিবর্তন।

একটি নরম লৌহদণ্ডের চারিদিকে অস্তরিত তার জড়াইয়া সেই তারের ভিতর বিদ্যুৎপ্রবাহ পরিচালিত করিলে, লৌহটি চুম্বকে পরিণত হয়। বিদ্যুৎ-প্রবাহ বন্ধ করিয়া দিলে আবার উহার চুম্বকত্ব লোপ পায়। ইহাও ভৌত পরিবর্তন।

জলের সহিত লবণ মিশ্রিত করিলে, কঠিন লবণ দ্রব হইয়া অদৃশ্য হইয়া পড়ে। কিন্তু আবার উত্তাপের সাহায্যে জল বাষ্পাকারে সরাইয়া লইলে সেই জল হইতে সম্পূর্ণ লবণই ফিরিয়া পাওয়া যায়। দ্রব অবস্থায় লবণের এই পরিবর্তনটি নিতান্তই অবস্থাগত, কারণ জলের সঙ্গে থাকিলেও লবণ লবণই থাকে ; উহার অণুগুলির কোন পরিবর্তন হয় না।

• এই রকম আরও বহু দৃষ্টান্ত দেওয়া যাইতে পারে। অবস্থাগত পরিবর্তনের বিশেষত্ব এই—যে সকল কারণ এবং শক্তির প্রয়োগে এই সকল পরিবর্তন সাধিত হয়, সেই সকল কারণ বা শক্তি অপসারণ করিলেই পদার্থের পূর্বাবস্থায় ফিরিয়া আসা সম্ভব। এই দিক হইতে দেখিতে গেলে অবস্থাগত পরিবর্তন অস্থায়ী।

**রাসায়নিক পরিবর্তন (Chemical change) :** পদার্থের যে সকল পরিবর্তনের ফলে উহার অণুগুলি বদলাইয়া নূতন অণুর সৃষ্টি হয়, তাহাকেই রাসায়নিক পরিবর্তন বলে। যেহেতু অণুগুলি নূতন, সুতরাং যে পদার্থটির সৃষ্টি হয় তাহাও সম্পূর্ণ নূতন। পদার্থটি নূতন বলিয়া ইহার ধর্মগুলিও পূর্বের পদার্থের ধর্ম হইতে বিভিন্ন। অবশ্য রাসায়নিক পরিবর্তনের সঙ্গে সঙ্গে অধিকাংশ ক্ষেত্রেই অবস্থাগত পরিবর্তনও অবশ্যজ্ঞাবী।



একটু গন্ধক যদি আগুনে পোড়ান হয় তবে উহা হইতে একপ্রকার গ্যাস পাওয়া যায়—উহার নাম ‘সালফার ডাই-অক্সাইড’। এই গ্যাসটি গন্ধক হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন পদার্থ, ইহার ধর্মগুলিও গন্ধকের মত নয়। গন্ধক কেবল গন্ধক-পরমাণু দ্বারা গঠিত, আর ‘সালফার ডাই-অক্সাইড’-অণু গন্ধক ও অক্সিজেনের পরমাণু দ্বারা গঠিত। ইহাকে রাসায়নিক পরিবর্তন বলিতে হইবে।

এক টুকরা তামার পাত যদি ‘নাইট্রিক অ্যাসিডে’ দেওয়া যায়, তবে অতি সহজে উহা দ্রব হইয়া যাইবে। একটি লাল রঙের গ্যাস নির্গত হইবে এবং পাত্রস্থ নাইট্রিক অ্যাসিড একটি সবুজ তরল পদার্থে পরিণত হইবে; উহার নাম ‘কপার নাইট্রেট’। ‘কপার নাইট্রেট’-এর অণুগুলি তামার অণু হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন এবং একটি নূতন পদার্থ। সুতরাং, ইহাও একটি রাসায়নিক পরিবর্তন। লবণের জলে দ্রব হওয়া এবং তামার নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রব হওয়ার মধ্যে একটা মৌলিক প্রভেদ আছে। প্রথম ক্ষেত্রে পদার্থ একই থাকে। শুধু উহার অবস্থাস্থির ঘটে, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে একটি নূতন পদার্থের সৃষ্টি হয়।

জলের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎপ্রবাহ দিলে, জল হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসে পরিণত হয়। এই গ্যাস দুইটি জল হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন; ইহার মৌলিক পদার্থ, জল যৌগিক পদার্থ। সুতরাং জলের এই বিশ্লেষণ রাসায়নিক পরিবর্তন ছাড়া আর কিছু নয়।

এই রকম আরও সহস্র সহস্র উদাহরণ দেওয়া যাইতে পারে। এক টুকরা আয়োডিন যদি এক টুকরা সাদা ফসফরাসের সঙ্গে একত্র হয় তবে তৎক্ষণাৎ স্ফলিঙ্গ সহকারে একটি গ্যাস উৎপন্ন হয়। ইহার নাম ফসফরাস-আয়োডাইড। ইহা একটি নূতন পদার্থ এবং পরিবর্তনটি রাসায়নিক।

কেরোসিন তেল পুড়িয়া যখন আলো বিকিরণ করে তখন উহা মুখ্যতঃ দুইটি নূতন পদার্থে পরিণতি লাভ করে—‘কার্বন-ডাই-অক্সাইড’ ও ‘বাপ’। সুতরাং কেরোসিন পোড়ার সময় রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে। সেইরূপ কয়লা পোড়াইলে থানিকটা ছাই ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস পাওয়া যায়। এগুলি কয়লা হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন এবং নূতন পদার্থ। অতএব এই পরিবর্তনও রাসায়নিক পরিবর্তন।

একটি তামার তার বুনসেন দীপে ধরিয়া রাখিলে উহা আন্তে আন্তে একটি কালো নূতন পদার্থ (কপার-অক্সাইড) পরিণতি লাভ করে, অর্থাৎ তামার রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে। কিন্তু প্লাটিনামের এরূপ ঘটে নাই।

খানিকটা বিশুদ্ধ চুন লইয়া উহাতে জল মিশাইলে, প্রচুর তাপ-সৃষ্টি হয় এবং জল ফুটিতে থাকে। ইহাতে চুন কলিচুনে পরিণত হইয়া যায়। ইহাও একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

লোহা বাহিরে রাখিয়া দিলে উহাতে মরিচা ধরে। মরিচাতে লোহার ধর্মগুলি আর থাকে না। উহাও নূতন পদার্থ। অতএব, এই পরিবর্তনটিও রাসায়নিক।

রাসায়নিক পরিবর্তনে যে নূতন পদার্থের সৃষ্টি হয় উহাকে আবার পূর্বাবস্থায় কিরাইয়া আনা সহজ নয়। যেমন চাউল একবার ভাতে পরিণত হইলে, আবার উহা হইতে চাউল পাওয়া অসম্ভব। রাসায়নিক পরিবর্তনগুলি স্থায়ী ধরণের।

রাসায়নিক পরিবর্তনের আর একটি দিক আছে। যখনই কোন পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে তখনই কিছু না কিছু তাপশক্তি পদার্থটি গ্রহণ করিবে বা বাহির করিয়া দিবে। রাসায়নিক পরিবর্তনের ইহা একটি বিশেষ লক্ষণ। জল যখন হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনে রূপান্তরিত হয় তখন প্রতি গ্রাম জল বিস্ফোৰণে প্রায় ৩৮০০ ক্যালোরি তাপশক্তি শোষিত হয়। কিন্তু অবস্থাগত পরিবর্তনে তাপশক্তির গ্রহণ বা উদ্গিরণ হইতেও পারে, নাও হইতে পারে। যেমন এক গ্রাম জল বাষ্পে পরিণত হইতে প্রায় ৫৪০ ক্যালোরি তাপশক্তি গ্রহণ করে, আবার লৌহ যখন চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হয় তখন কোন তাপশক্তির বিনিময় দেখা যায় না।

অবস্থাগত ও রাসায়নিক পরিবর্তন সম্বন্ধে আমরা মোটামুটি নিম্নলিখিত কথাগুলি মনে রাখিতে পারি।

### অবস্থাগত পরিবর্তন

### রাসায়নিক পরিবর্তন

১। পদার্থের অবস্থাগত ধর্মের পরিবর্তন ঘটে মাত্র, আভ্যন্তরিক অণুগুলি একই থাকে। ফলে, পদার্থের ধর্মের বাহ্যিক বা সামান্য পরিবর্তন ঘটে।

১। পদার্থের অণুগুলি পরিবর্তিত হইয়া সম্পূর্ণ নূতন পদার্থের সৃষ্টি করে। ফলে, পদার্থের ধর্মও নূতন হয়। ফলে, পদার্থের আমূল পরিবর্তন ঘটে।

## অবস্থাগত পরিবর্তন

## রাসায়নিক পরিবর্তন

২। অবস্থাগত পরিবর্তন অস্থায়ী হয়। যদ্বারা এই সব পরিবর্তন সাধিত হয় তাহাদের সরাইয়া লইলে পূর্বা-বস্থায় যাওয়া সম্ভব হয়।

২। এই পরিবর্তনগুলি স্থায়ী হয়; সহজে আর পূর্বা-বস্থায় ফিরিয়া যাওয়া সম্ভব নহে।

৩। এই সকল পরিবর্তনে তাপ বিনিময় হইতেও পারে, নাও হইতে পারে।

৩। এই পরিবর্তনে তাপ বিনিময় হইতেই হইবে।

অনেক ক্ষেত্রে দুইটি বস্তু একত্র করিলেই রাসায়নিক পরিবর্তন সংঘটিত হইয়া যায়। পূর্বেই দেখিয়াছি, তামার সহিত নাইট্রিক অ্যাসিড মিশাইলেই উহা হইতে নানা পদার্থের সৃষ্টি হয়। সেইরূপ একটু সোডা যদি ভিনিগার বা অল্প কোন অ্যাসিডে দেওয়া যায় তৎক্ষণাৎ উহা হইতে গ্যাস নির্গত হয় এবং উহাদের রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে। এক টুকরা সাদা ফসফরাস যদি আয়োডিনের সঙ্গে একত্র করা হয় তৎক্ষণাৎ উহা অগ্নিয়া উঠে এবং নূতন পদার্থের সৃষ্টি করে।

কিন্তু প্রায়ই দেখা যায় কেবলমাত্র সংস্পর্শ হইলেই রাসায়নিক পরিবর্তন হয় না। নানা রকম শক্তির প্রয়োগে বা অপর কোন বস্তুর প্রভাবে রাসায়নিক পরিবর্তন সংঘটিত ও নিয়ন্ত্রিত করিতে হয়। যেমন, চাউল জলে দিলেই ভাত হয় না—তাপশক্তির প্রয়োজন। আবার, জল হইতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাইতে হইলে বিদ্যুৎশক্তির প্রয়োগ আবশ্যিক।

অন্ধকারে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন গ্যাস মিশাইয়া রাখিলে কিছুই হইবে না। সামান্য আলোকে রাখিলে তৎক্ষণাৎ উহাদের রাসায়নিক পরিবর্তন শুরু হইবে এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হইবে। এখানে আলোকশক্তির প্রয়োজন হইল।

নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন হইতে অ্যামোনিয়া প্রস্তুত হয়। কিন্তু এই রাসায়নিক পরিবর্তনে শুধু তাপ নয়, অতিরিক্ত চাপ এবং লৌহচূর্ণের উপস্থিতিও প্রয়োজন।

**২-৯। সাধারণ মিশ্রণ এবং রাসায়নিক সংযোগঃ**  
পদার্থের গঠন ও পরিবর্তনের বিষয় আমরা মোটামুটি জানিতে পারিয়াছি। এখন দেখা প্রয়োজন বিভিন্ন পদার্থ একত্র হইলে তাহাদের ব্যবহার কি রকম হইবে। দুই বা ততোধিক মৌলিক বা যৌগিক পদার্থ একত্র থাকার দুইটি উপায় আছে।

(১) **সাধারণ মিশ্রণঃ** দুই বা ততোধিক পদার্থ একত্র সাধারণভাবে মিশ্রিত করিয়া পাশাপাশি অবস্থান করিতে পারে। ইহাকে পদার্থের

সাধারণ মিশ্রণ বলা হয় এবং একত্রিত পদার্থটিকে মিশ্র পদার্থ (mechanical mixture) বলে। সাধারণ মিশ্রণে উপাদানগুলির স্ব স্ব প্রকৃতি ও ধর্ম অব্যাহত থাকে এবং এই উপাদানগুলিকে সহজভাবে ও নানা স্থল উপায়ে পৃথক করা সম্ভব। যদি কিছুটা বালু ও লবণ একত্র মিশান হয়, তবে একটি মিশ্র পদার্থ হয়। উহাতে বালু এবং লবণ উভয়েরই গুণ বা ধর্ম অব্যাহত থাকে। জল এবং লবণ মিশাইলে যে দ্রবণ প্রস্তুত হইল তাহাও একটি মিশ্র পদার্থ। কারণ উক্ত দ্রবণে জল এবং লবণ উভয়ের গুণ ও ধর্ম বিদ্যমান।

(২) রাসায়নিক সংযোগ বা মিলনঃ যখন দুই বা ততোধিক পদার্থ একত্র হইয়া পরস্পরের মধ্যে বিক্রিয়ার ফলে নূতন পদার্থের সৃষ্টি করে, তখন উহাকে রাসায়নিক সংযোগ বা মিলন বলে। নূতন যে পদার্থের সৃষ্টি হইল, তাহাকে অবশ্যই যৌগিক পদার্থ হইতে হইবে। এই নূতন পদার্থ পূর্বের উপাদানগুলি হইতে স্বতন্ত্র হইবে এবং ভিন্ন ধর্মাবলম্বী হইবে। তাহা ছাড়া, এই নূতন পদার্থ হইতে পূর্বের উপাদানগুলি আবার ফিরাইয়া পাওয়া স্বকঠিন এবং অনেক ক্ষেত্রে অসম্ভব। এক টুকরা সাদা ফসফরাস ও এক টুকরা আয়োডিন যদি একত্র করা যায় তবে তৎক্ষণাৎ অগ্নি-ফুলিঙ্গ সহকারে উহারা একটি নূতন পদার্থে পরিণত হয়। এই পদার্থটি আয়োডিন ও ফসফরাস হইতে সম্পূর্ণ স্বতন্ত্র। ইহাকে রাসায়নিক সংযোগ বলিতে হইবে।

এক টুকরা ম্যাগনেসিয়াম যদি অক্সিজেন গ্যাসে তাপিত করা হয় তবে উভয়ে মিলিয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড নামক পদার্থে পরিণত হয়। ইহা একটি রাসায়নিক সংযোগ; কারণ, উৎপন্ন পদার্থটি ম্যাগনেসিয়াম বা অক্সিজেন গ্যাস হইতে সম্পূর্ণ পৃথক।

গন্ধক ও লৌহচূর লইয়া নিম্নলিখিত পরীক্ষাটি করিলে মিশ্রণ ও রাসায়নিক সংযোগের পার্থক্য সহজেই বুঝা যাইবে।

**পরীক্ষা :** গন্ধক (৪ ভাগ) ও লৌহচূর (১ ভাগ) একত্র করিয়া একটি খণ্ডের মধ্যে উত্তমরূপে মিশাও।

(১) একটুখানি মিশ্রিত পদার্থ একটি অগ্নীক্ಷণ বা একটি লেন্সের সাহায্যে পরীক্ষা কর।

দেখিলে, কালো লৌহকণা ও হলুদ গন্ধককণাগুলি পাশাপাশি ছড়াইয়া আছে, তাহাদের কোন মৌলিক পরিবর্তন হয় নাই।

(২) একটুখানি মিশ্রিত পদার্থ একটি কাগজের উপর ছড়াইয়া দিয়া একটি চুষক দ্বারা স্পর্শ কর। দেখিলে লৌহকণাগুলি চুষকের আকর্ষণে উঠিয়া আসিলে, এবং কাগজের উপর গন্ধক পড়িয়া থাকিলে।

(৩) একটি পাত্রে খানিকটা মিশ্রিত পদার্থ লইয়া কার্বন ডাই-সালফাইড নামক তরল পদার্থ দিয়া ভাস করিয়া নাড়িয়া লও। কার্বন ডাই-সালফাইডে গন্ধক দ্রব হইয়া যাইবে, কিন্তু লৌহ পড়িয়া থাকিলে। ফিণ্টার কাগজের সাহায্যে লৌহকে ছাঁকিয়া লও, এবং পরিশ্রুত কার্বন ডাই-সালফাইড দ্রবণকে বাতালে রাখিয়া দাও। তরল পদার্থটি শাল্লই বাষ্পাকারে মিলাইয়া যাইবে এবং গন্ধক পড়িয়া থাকিলে।

(৪) একটি পরীক্ষ-নলে বা টেস্ট-টিউবে সেই মিশ্রিত পদার্থ লইয়া উহাতে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দাও, দেখিলে লৌহার সঙ্গে বিক্রিয়ার ফলে গন্ধহীন হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হইবে; গন্ধকের কিছু হইবে না।

চুষক লৌহকে আকর্ষণ করে, কিন্তু গন্ধক আকৃষ্ট হয় না। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে লৌহ দিলে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়, কিন্তু গন্ধকের কিছু হয় না। কার্বন ডাই-সালফাইডে গন্ধক দ্রব হয়, লৌহের কিছু হয় না। লৌহ ও গন্ধকের এইগুলি সাধারণ ধর্ম। উপরোক্ত মিশ্রিত পদার্থটিতেও লৌহ ও গন্ধকের এই ধর্মগুলিই অব্যাহত রহিয়াছে, দেখা গিয়াছে। অতএব, উহা একটি সাধারণ মিশ্রণ।

এখন এই মিশ্রিত পদার্থটির খানিকটা একটি পরীক্ষ-নলে লইয়া আস্তে আস্তে উত্তপ্ত কর, দেখিলে উহা ক্রমশঃ লাল হইয়া জ্বলিতে থাকিলে এবং গলিয়া যাইবে। উহাকে ঠাণ্ডা করিয়া, পরীক্ষ-নলটি ভাঙ্গিয়া কঠিন বস্তুটি বাহির কর। দেখা যাইবে, উহা খুব কালো একটি শক্ত পদার্থে পরিণত হইয়াছে। উহাকে গুঁড়া করিয়া লেন্সদ্বারা পরীক্ষা করিলে দেখিলে হলুদ কোন গন্ধককণা আর নাই। কিছুটা চূর্ণ কার্বন ডাই-সালফাইড দ্বারা নাড়িয়া পরে ছাঁকিয়া লইলে উহা হইতে কোন গন্ধক পাইবে না। একটি চুষক সেই গুঁড়া স্পর্শ করিলেও কোন লৌহকণা আকৃষ্ট হইবে না এবং এই চূর্ণ একটি পরীক্ষ-নলে লইয়া কিঞ্চিৎ লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিলে তুর্গন্ধযুক্ত একটি গ্যাস বাহির হইবে, হাইড্রোজেন পাওয়া যাইবে না। অর্থাৎ লৌহ ও গন্ধকের স্ব স্ব ধর্ম লোপ পাইয়াছে।

অতএব স্পষ্টই বুঝা যায়, এখন আর এই পদার্থটি লৌহ ও গন্ধকের সাধারণ মিশ্রণ নহে। তাপ প্রয়োগের ফলে লৌহ ও গন্ধকের ভিতর একটি রাসায়নিক সংযোগ ঘটিয়াছে এবং একটি নূতন যৌগিক পদার্থ (কেরাস সালফাইড) উৎপন্ন হইয়াছে। যখন কোন বস্তু একক বা অল্প বস্তুর সংযোগে সম্পূর্ণরূপে বদলাইয়া নূতন একটি পদার্থে পরিণত হয় তখন এই রকম পরিবর্তনকে আমরা রাসায়নিক বিক্রিয়া (chemical reaction) বলি।

মিশ্র পদার্থ ও যৌগিক পদার্থের এখন তুলনা করা যাইতে পারে।

### মিশ্র পদার্থ

### যৌগিক পদার্থ

১। মিশ্র পদার্থের উপাদানগুলি পাশাপাশি বর্তমান থাকে।

১। যৌগিক পদার্থের উপাদান-গুলি মিলিত হইয়া অত্র পদার্থে পরিণত হইয়া যায়।

২। মিশ্র পদার্থের ধর্ম উপাদান-গুলির ধর্মের সমষ্টি মাত্র। অত্র কোন নূতন ধর্মের বিকাশ হয় না।

২। যৌগিক পদার্থের ধর্ম তাহার উপাদানগুলির ধর্ম হইতে সম্পূর্ণ পৃথক। উপাদানগুলির ধর্মের লোপ হয়।

৩। মিশ্র পদার্থ সমসত্ত্ব হইতে পারে, আবার অ-সমসত্ত্বও হইতে পারে। যেমন, জল ও লবণ মিশ্রিত হইলে সমসত্ত্ব হয়। লবণ ও বালু অ-সমসত্ত্ব মিশ্র পদার্থ।

৩। কিন্তু যৌগিক পদার্থ সর্বদাই সমসত্ত্ব হইবে।

৪। মিশ্র পদার্থের উপাদান-গুলিকে সহজে পৃথক করা যায়।

৪। যৌগিক পদার্থের উপাদান-

৫। মিশ্র পদার্থের উপাদানসমূহ যে কোন অল্পপাতে মিশিতে পারে। যে কোন পরিমাণ লৌহ যে কোন পরিমাণ গন্ধকের সতিত মিশ্রিত হইতে পারে।

৫। যৌগিক পদার্থের উপাদান-গুলি সর্বদা নির্দিষ্ট অল্পপাতে সংযুক্ত হইবে। যেমন, গন্ধক ও লৌহের সংযোগ সর্বদাই ৪ : ৭ অল্পপাতে হইবে।

৬। মিশ্র পদার্থ প্রস্তুতকালে তাপের বিনিময় হইতেও পারে, নাও হইতে পারে।

৬। যৌগিক পদার্থের সংগঠন-কালে তাপ-বিনিময় হইবেই। কিছু তাপের উদ্ভব বা শোষণ হইতেই হইবে।

৭। মিশ্র পদার্থের স্ফুটনাঙ্ক বা গলনাঙ্কের কোন স্থিরতা নাই। উহা উপাদানগুলির অল্পপাতের উপর নির্ভর করে।

৭। যৌগিক পদার্থে স্ফুটনাঙ্ক বা গলনাঙ্ক নির্দিষ্ট হইয়া থাকে।

পূর্বেই উল্লিখিত হইয়াছে মিশ্র পদার্থ করিতে মৌলিক বা যৌগিক উভয়বিধ পদার্থই জংশ গ্রহণ করিতে পারে। সেই হিসাবে মিশ্র পদার্থ তিন রকমের হইতে পারে :

- (ক) মৌলিক পদার্থের মিশ্রণে—যেমন, বাতাস (অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন) ;
- (খ) যৌগিক পদার্থের মিশ্রণে—যেমন দুধ (স্নেহ ও জল) ;
- (গ) মৌলিক ও যৌগিক পদার্থের মিশ্রণে—যেমন ছাপার কালি (কার্বন ও পর্দ)।

আবার মিশ্র পদার্থ কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থের সংমিশ্রণেও হইতে পারে।

- (ক) কঠিন পদার্থের মিশ্রণে—রোপ্যামুদ্রা ;
- (খ) তরল পদার্থের মিশ্রণে—মেথিলেটেড স্পিরিট ;
- (গ) গ্যাসীয় পদার্থের মিশ্রণে—বাতাস ;
- (ঘ) - কঠিন ও তরল পদার্থের মিশ্রণে—সাবান, আলকাতরা ;
- (ঙ) কঠিন পদার্থ ও গ্যাসের মিশ্রণে—ধোঁয়া (smoke) ;
- (চ) তরল পদার্থ ও গ্যাসের মিশ্রণে—ফেনা, কুয়াশা ;
- (ছ) কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় পদার্থের মিশ্রণে—লেমোনেড।



## তৃতীয় অধ্যায়

### সাধারণ পরীক্ষা-প্রণালী

পদার্থের পরীক্ষার জন্য রসায়নাগারে কতকগুলি সাধারণ প্রণালী বা প্রক্রিয়ার সাহায্য লওয়া হয়। সব বকম রাসায়নিক পরীক্ষাতেই এই সমস্ত প্রণালীই কোন একটির প্রয়োজন হয়। নিয়ে প্রণালীগুলির আলোচনা করা হইবে।

**৩-১। গলন (Melting) :** উত্তাপের সাহায্যে পদার্থের কঠিন হইতে তরল অবস্থায় পরিণতিকে ‘গলন’ বলে। যদি পদার্থটি বিশুদ্ধ অবস্থায় থাকে তবে একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতায় উহা গলিয়া যাইবে। এই উষ্ণতাকে উক্ত পদার্থের গলনাঙ্ক বলে। যেমন ক্বার 0° সেন্টিগ্রেডে গলে। আবার তরল পদার্থ যখন শৈত্যের প্রভাবে কঠিন হইয়া প্রাপ্ত হয় তখন উহাকে হিমীভবন (freezing) বলা যায় এবং যে উষ্ণতায় পদার্থটি কঠিন হয় তাকে হিমাক্ষ বলে। কোন বিশুদ্ধ পদার্থের হিমাক্ষ এবং গলনাঙ্ক একই।

১লা শৃঙ্খল্য অনেক পদার্থ, যেমন কাঠ, কাপড় প্রভৃতি উত্তাপের প্রভাবে না গলিয়া বিয়োজিত (decomposed) হইয়া যায়। আবার কোন কোন বস্তু উত্তপ্ত করিলেও গলন না দিয়া দ্রব হইয়া যায়।

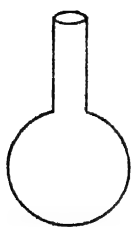
**৩-২। বাষ্পীভবন ও স্ফুটন (Evaporation and boiling) :** যদি একটি থালাতে কিছু জল রাখা হয় তবে উহার উপর হইতে আস্তে আস্তে জল বাষ্পের আকারে চলিয়া যায়। তরল পদার্থের উপরিভাগ হইতে ক্রমাগত উহার বাষ্পে পরিণতিকে বাষ্পীভবন বলে। উষ্ণতা যত বেশী হইবে, বাষ্পীভবনও তত বেশী ও দ্রুত হইবে।

আবার যদি খানিকটা জল একটি পায়ে উত্তপ্ত করা যায় তবে কিছুক্ষণ পরে দেখা যাইবে, জলের সমস্ত অংশ হইতেই বাষ্প উত্থিত হইতেছে। যখন তরল পদার্থ তাহার সমস্ত অংশ হইতেই মারুতাকারে পরিবর্তিত হইতে থাকে, তখন ইহাকে ‘স্ফুটন’ বলে। পদার্থটি বিশুদ্ধ হইলে একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতায় উহা দ্রুতবে এবং এই উষ্ণতাকে পদার্থটির স্ফুটনাঙ্ক বলে; যেমন, জলের স্ফুটনাঙ্ক ১০০ সেন্টিগ্রেড।

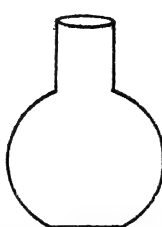




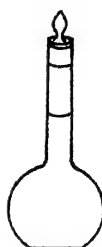
শঙ্কুকূপী



গোলকূপী



ডিস্টিলেট কূপী



অংশীভূত কূপী



পাতন কূপী



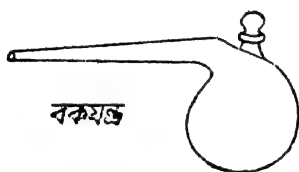
ফানেল



বীকার



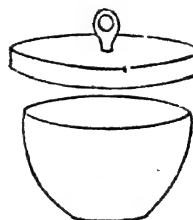
খপ্পর



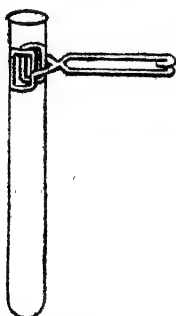
বকযন্ত্র



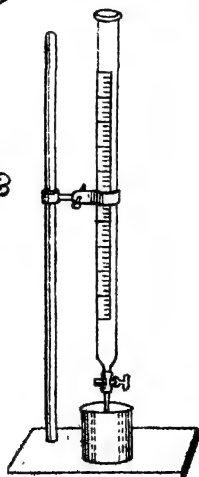
খল



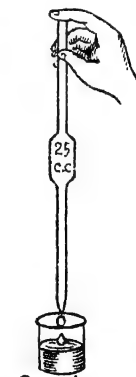
মুটি



পরীক্ষ নল



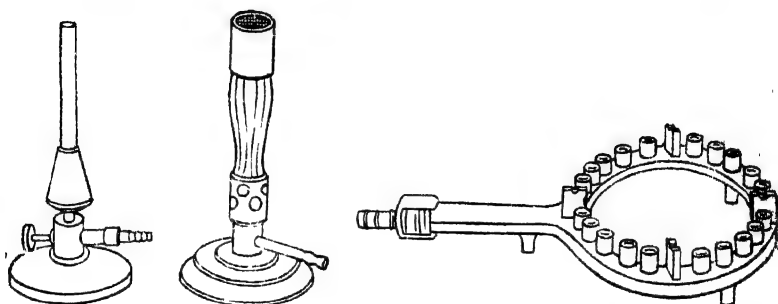
বুরেট



পিপেট

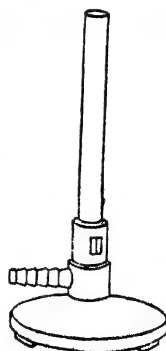
গ্যাসীয় পদার্থকে ঠাণ্ডা করিলে উহা তরল পদার্থে পরিণত হয়। এই পরিবর্তনকে ঘনীভবন (condensation) বলে। যে উষ্ণতায় পদার্থের ঘনীভবন সম্পন্ন হয় তাহাকে ঘনাক্ষ বলা হয়। বিস্তৃত পদার্থের ঘনাক্ষ এবং স্ফুটনাক্ষ একই উষ্ণতা।

নানা রকমের পরীক্ষা ও প্রক্রিয়ার জন্য ল্যাবরেটরীতে বহু প্রকারের যন্ত্রপাতি



“নানা রকমের দীপ”

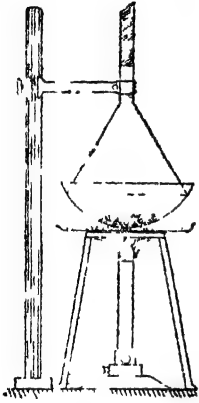
ব্যবহৃত হয়। উহাদের অধিকাংশই কাচের তৈয়ারী, কিছু কিছু পর্সেলীনের তৈয়ারীও হয়। সবচেয়ে বেশী প্রয়োজন কাচের পরীক্ষ-নল বা টেস্ট-টিউব। তরল পদার্থ রাখার বা উত্তপ্ত করার জন্য বীকার এবং নানা প্রকার কাচকুপী ব্যবহৃত হয়। ছাঁকিবার জন্য ফাটেল প্রয়োজন হয়। নির্দিষ্ট পরিমাণ তরল পদার্থ লওয়ার জন্য অংশাঙ্কিত সিলিণ্ডার, পিপেট, বুরেট প্রভৃতি প্রয়োজন। খল, মুছি, খপর ইত্যাদি পর্সেলীনের তৈয়ারী। গ্যাস জ্বালাইয়া সচরাচর ল্যাবরেটরীতে তাপ-সৃষ্টি করা হয়, সেইজন্য বিভিন্ন রকমের দীপ ব্যবহার হয়, তন্মধ্যে বুনসেন দীপই প্রধান। সর্বদা ব্যবহার্য কতকগুলি যন্ত্রের ছবি এখানে দেওয়া হইল। ল্যাবরেটরীতে বাইয়া অঙ্কাস্থ সকল রকম যন্ত্রের সহিত পরিচিত হইতে হইবে।



বুনসেন দীপ

• ৩-৩। উদ্বাপন (Sublimation) : কঠিন পদার্থে তাপ দিলে উহা গলিয়া তরল পদার্থে পরিণত হয়, এবং আরও উত্তাপে তরল পদার্থ গ্যাস হইয়া যায়। আবার ঠাণ্ডা করিয়া গ্যাসকে প্রথমতঃ

তরল এবং পরে উহাকে কঠিন করা সম্ভব। ইহাই স্বাভাবিক রীতি। কিন্তু কখনও কখনও কঠিন বস্তুকে উত্তপ্ত করিলে তরল না হইয়া সোজাসুজি গ্যাস হইয়া যায় এবং এই গ্যাসীয় বস্তুটি ঠাণ্ডা করিলে আবার কঠিন অবস্থায় পরিণত হয়। উত্তাপে পদার্থেব কঠিন অবস্থা হইতে একেবারে বাষ্পে পরিণতি এবং শৈত্যে বাষ্প হইতে সরাসরি কঠিন অবস্থায় প্রত্যাবর্তনকে **উর্ধ্বপাতন** বলে। এই জাতীয় রূপান্তরে পদার্থটির বাসায়নিক সংযুতি অসুস্থ থাকে প্রয়োজন। আয়োডিন, নিশাদল, কপব প্রভৃতি এইরূপ ব্যবহার করে। উহাদের গরম করিলে গলিবে না, কিন্তু বাষ্প হইয়া উড়িয়া যাইবে।



চিত্র ৩৬—উর্ধ্বপাতন

**পরীক্ষা :** এটি থপ্পরে (basin) কিছুটা নিশাদল

দাও আৰ উহাকে তারজালির উপর বসাইয়া বুনসেন দীপের সাহায্যে উত্তপ্ত কর, থপ্পরের উপর একটি ফানেল উঠা কলিয়া বাপ, বাগাত ফানেলের নলটি উপরের দিকে থাকে। একটি পাখো কাগড় ভিজানি ফানেলের গায় জড়িয়া দাও। উত্তাপ দিলে নিশাদল প্রথমে বাষ্পীভূত হইবে এবং পরে উঠা ফানেলের ঠাণ্ডা অংশে আদিয়া লাগিলে আবার কঠিন হইবে।

অনেক সময় উর্ধ্বপাতন-সাহায্যে মিশ্র পদার্থ পৃথক করা সম্ভব হয়। যেমন, যদি আয়োডিন ও বালু একত্র মিশ্রিত থাকে তবে উর্ধ্বপাতন দ্বারা আয়োডিন সরাইয়া আনা যাইবে এবং বালু

পড়িয়া থাকিবে।

যে সমস্ত তরল বা কঠিন পদার্থ সহজে বাষ্পে পরিণত হয়, যেমন জল, স্পিরিট, কপর ইত্যাদি, তাহাদের উছারী বস্তু বলা হয়, এবং যে সকল বস্তু সহজে বাষ্পীভূত হয় না, যেমন কাঠ, লবণ, পারদ ইত্যাদি, তাহাদিগকে অসুছারী বস্তু বলে।

**৩-৪। দ্রবণ (Solution) :** একটু চিনি যদি জলে মিশান হয় তবে উহা অদৃশ্য হইয়া যায়। কিন্তু স্বাদ হইতে উহা অস্তিত্ব জানা যাইবে। চিনি ও জলের উহা একটি মিশ্র পদার্থ। এই মিশ্র পদার্থেব যে কোন অংশে দেখা যাইবে চিনি ও জলের অল্পপাত এক। চিনির পরিবর্তে যদি একটু

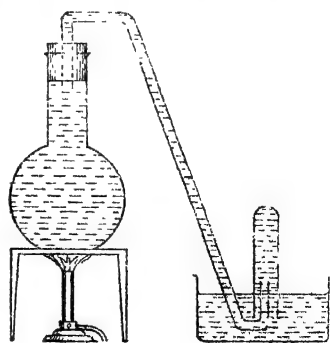
তুঁতে জলে দেওয়া হয় তবে একটি স্বচ্ছ কিন্তু নীল রঙের তরল পদার্থ পাওয়া যায়। উহাও মিশ্র পদার্থ এবং উহারও যে কোন অংশে তুঁতের পরিমাণ সমান। অর্থাৎ এই মিশ্রণগুলি সব সমসত্ত্ব।

তুঁই বা ততোধিক বস্তু যখন সমসত্ত্ব মিশ্র পদার্থের সৃষ্টি করে তখন উহাকে **দ্রবণ** বা **সলুশন** বলে। উল্লিখিত দৃষ্টান্তে, চিনি দ্রবীভূত হইয়াছে এবং জল চিনিকে দ্রবীভূত করিয়াছে। যে দ্রবীভূত হয় তাহাকে বলে **দ্রাব (solute)** এবং যে দ্রবীভূত করে তাহার নাম **দ্রাবক (solvent)**। চিনি দ্রাব, জল দ্রাবক।

দ্রাব+দ্রাবক=দ্রবণ

যদি বালু, খড়ি বা গন্ধক ইত্যাদি চূর্ণ করিয়াও জলে দেওয়া যায় তবুও তাহারা দ্রবীভূত হয় না। কিছুক্ষণ ইতস্ততঃ ঘুরিয়া ঐগুলি নিজেদের ভার-বশতঃ পাত্রের নীচে আসিয়া সঞ্চিত হয়। উহারা জলে **অদ্রবণীয় (insoluble)**; চিনি, লবণ, তুঁতে, শোরা, ফটকিরি ইত্যাদি **দ্রবণীয় (soluble)**।

প্রায়ই দেখা যায় কঠিন পদার্থগুলি তরল পদার্থ দ্বারা দ্রবীভূত হয়। কিন্তু তরল বা গ্যাসীয় বস্তুও দ্রাব হইতে পারে। যেমন, স্পিরিট বা কোহল, অ্যাসিটোন, নাইট্রিক অ্যাসিড, গ্লিসারিন প্রভৃতি যে কোন পরিমাণে জলের সহিত মিশ্রিত হইয়া সমসত্ত্ব মিশ্রণ সৃষ্টি করে। অর্থাৎ উহারা জলে দ্রবণীয়। অবশ্য যের কোন তরল পদার্থই যে জলে দ্রব হইবে তাহা নহে। তেল ও জল, পারদ ও জল ইত্যাদি একত্রিত করিলে তাহারা দ্রবণ সৃষ্টি করে না, উহারা দুইটি স্তরে পৃথক হইয়া থাকে। তেল জলের সহিত মিশে না বটে, কিন্তু তেল আবার বেনজিনে দ্রব হইয়া যায়।



অক্সিজেন, কার্বন-ডাই-অক্সাইড, হাইড্রোজেন সালফাইড, প্রভৃতি গ্যাসও জলে দ্রবণীয়। অক্সিজেন ব্যতিরেকে জীবের শ্বাসকার্য চলিতে পারে না। জলে কিছু বায়ু দ্রবীভূত থাকে বলিয়াই, সেই বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা

মংশ ও অগ্নাত্ত জলচর প্রাণীর শ্বাসকার্য সম্ভব হয়। জলে যে বাতাস দ্রবীভূত থাকে তাহা একটি সহজ পরীক্ষার দ্বারা প্রমাণ করা সম্ভব।

**পরীক্ষা :** একটি গোল কুপী সম্পূর্ণ জলে ভরিয়া একটি কর্ক দিয়া মুখটি বন্ধ করিয়া দাও। কর্কের ভিতর দিয়া একটি বাঁকান নির্গম-নল জুড়িয়া দাও। নির্গম-নলটিও জলে পূর্ণ থাকিবে ও উহার বাহিরের মুখটি একটি দ্রোণীতে জলে ডুবাইয়া রাখ। এই প্রাস্তটির উপরে একটি টেস্ট-টিউব জলে পূর্ণ করিয়া উপুড় করিয়া রাখ। অতঃপর তারজালির উপর রাখিয়া কুপীটিকে বুনসেন দীপ সাহায্যে উত্তপ্ত কর। দেখিবে জল হইতে ছোট ছোট বুদবুদের আকারে গ্যাস বাহির হইয়া নির্গম-নল দিয়া আসিয়া টেস্ট-টিউবে জমা হইবে। দ্রবীভূত বাতাস উত্তাপে জল হইতে বাহির হইয়া আসিতেছে।

সচরাচর যদিও জল দ্রাবক হিসাবে ব্যবহৃত হয়, অগ্নাত্ত তরল পদার্থও দ্রাবক হিসাবে কাজ করিয়া থাকে। গন্ধক জলে দ্রবীভূত হয় না। কিন্তু কার্বন ডাই-সালফাইডে উহা অতি সহজে দ্রবণীয়। কার্বন ডাই-সালফাইড গন্ধকের দ্রাবক। সেই রকম মোম কেরোসিনে দ্রবণীয়, গালা স্পিরিটে দ্রবণীয়, আয়োডিন ক্লোরোফর্মে দ্রবণীয়, ইত্যাদি। নানারকম রঙীন পদার্থ আবার কোহল প্রভৃতিতে দ্রব হইয়া বানিশের রঙ ইত্যাদি প্রস্তুত হয়।

যদি দুই বা ততোধিক কঠিন পদার্থ মিলিয়া সমসত্ত্ব মিশ্রণ করিতে পারে তবে তাহাও দ্রবণ হইবে। যেমন, রৌপ্যমূত্রে রূপা, তামা এবং নিকেল সমসত্ত্বভাবে মিশিয়া আছে। কাজেই উহাকে কঠিন পদার্থের সমসত্ত্ব সংমিশ্রণ বা দ্রবণ বলা যাইতে পারে। এই সব ক্ষেত্রে যে উপাদানটি অধিক পরিমাণে বর্তমান তাহাকে দ্রাবক এবং অল্প উপাদানগুলিকে দ্রাব বলা যায়। রৌপ্য দ্রাবক, তামা ও নিকেল দ্রাব।

দুই বা ততোধিক গ্যাস সর্বদাই সমসত্ত্ব সংমিশ্রণে থাকে এবং উহাদেরও দ্রবণ বলা চলে।

**পরীক্ষা :** একটি পাত্রে খানিকটা জল লইয়া উহাতে অল্প অল্প পরিমাণে পটাশিয়াম নাইট্রেট চূর্ণ দিতে থাক। প্রথমে উহা দেওয়া মাত্রই দ্রবীভূত হইয়া যাইবে। পরে আর এত দ্রুত দ্রবীভূত হইবে না। কিছুক্ষণ পরে দেখিবে, উহা আর দ্রবীভূত না হইয়া নীচে জমা হইতেছে। ঐ জলটুকুর পক্ষে যতটা

পটাসিয়াম নাইট্রেট দ্রবীভূত করা সম্ভব তাহা করিয়াছে। এই রকম দ্রবণকে **সম্পৃক্ত দ্রবণ (saturated solution)** বলে। একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতায়, কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবক একটি পদার্থের যতটা পরিমাণ দ্রবীভূত করিতে পারে তাহাও নির্দিষ্ট। নির্দিষ্ট উষ্ণতায় কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাবকে সর্বাধিক পরিমাণ দ্রাব যখন দ্রবীভূত থাকে তখনই দ্রবণটিকে সম্পৃক্ত বলিয়া গণ্য করা হয়।

এইরূপ সম্পৃক্ত দ্রবণকে যদি আরও উত্তপ্ত করা যায় তবে উহা আরও খানিকটা পটাসিয়াম নাইট্রেটকে দ্রবীভূত করিবে। অর্থাৎ উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে নির্দিষ্ট পরিমাণ জলে যে পরিমাণ দ্রাব দ্রবীভূত হইবে তাহাও বৃদ্ধি পায়। আবার উত্তাপ কমাইলে দ্রবণীয়তা কমিয়া যায়।

কোনও নির্দিষ্ট উষ্ণতায় সর্বাধিক যে পরিমাণ পদার্থকে ১০০ গ্রাম ওজনের দ্রাবক দ্রবীভূত করিতে পারে, সেই নির্দিষ্ট উষ্ণতায় গ্রাম হিসাবে উক্ত পরিমাণকে ঐ পদার্থের **দ্রাব্যতা (solubility)** বলা হয়। যেমন,  $২০^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতায় জলে লবণের দ্রাব্যতা ৪০ গ্রাম। ইহা হইতে বুঝা যায়,  $২০^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতায় ১০০ গ্রাম জল ৪০ গ্রাম লবণ দ্রবীভূত করিয়া সম্পৃক্ত দ্রবণ হইতে পারে। বিভিন্ন পদার্থের দ্রাব্যতা অবশ্যই বিভিন্ন। পদার্থের দ্রাব্যতা নির্ণয় করা মোটেই কঠিন নয়।

**পরীক্ষা :** জলে নাইটারের দ্রাব্যতা নির্ণয় কর।

একটি পরিষ্কার শিশিতে খানিকটা জল লও এবং নাইটার চূর্ণীকৃত করিয়া আস্তে আস্তে দিতে থাক। কিছুক্ষণ পরে নাইটার আর দ্রব হইবে না। শিশিটির মুখ বন্ধ করিয়া উহাকে উত্তমরূপে ঝাঁকাইয়া লইতে হইবে। এইভাবে পরীক্ষাকালীন উষ্ণতায় নাইটারের সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত হইল। একটি শুষ্ক ফিল্টার কাগজের সাহায্যে এই সম্পৃক্ত দ্রবণ পরিস্রুত করিয়া লও।

এখন একটি থর্পর ওজন করিয়া লও এবং একটি পিপেট দ্বারা ঠিক ২৫ ঘন সেন্টিমিটার দ্রবণ থর্পরে লও। দ্রবণ-সহ থর্পরটি আবার ওজন কর। একটি জলগাহের উপর রাখিয়া দ্রবণটি উত্তপ্ত করিয়া উহার জল সম্পূর্ণ বাষ্পীভূত করিয়া দাও। বায়ুচুল্লীতে উহাকে শুষ্ক করিয়া শোষণধারে রাখিয়া শীতল কর। উহা শীতল হইলে আবার উহার ওজন লও। বারে বারে

উহাকে উত্তপ্ত করিয়া পরে শীতল অবস্থায় ওজন লইতে হইবে যেন ওজনটি নির্দিষ্ট হয়, অর্থাৎ জল সম্পূর্ণরূপে দূরীভূত হয়। মনে কর,

$$\text{খর্বের ওজন} = w_1 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{খর্ব ও দ্রবণের ওজন} = w_2 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{খর্ব ও নাইটারের ওজন} = w_3 \text{ গ্রাম}$$

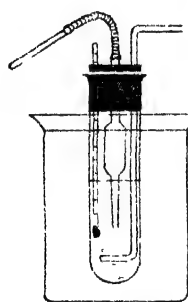
$$\therefore (w_2 - w_3) \text{ গ্রাম জলে } (w_3 - w_1) \text{ গ্রাম নাইটার দ্রবীভূত হইতে পারে ;}$$

$$\text{অথবা } 100 \text{ গ্রাম জলে } \frac{w_3 - w_1}{w_2 - w_3} \times 100 \text{ গ্রাম নাইটার দ্রবীভূত হইতে পারে।}$$

$$\text{অতএব, সেই উষ্ণতায় নাইটারের দ্রবণীয়তা} = \frac{w_3 - w_1}{w_2 - w_1} \times 100।$$

যে কোন পদার্থের দ্রাব্যতা দ্রাবকের উষ্ণতার সঙ্গে সঙ্গে পরিবর্তিত হয়। উষ্ণতা ও দ্রাব্যতাকে স্থানান্তর করিয়া যদি আমরা একটি চিত্র অঙ্কন করি তাহা হইলে উহাদের এই পরিবর্তন সহজে বুঝা যাইবে।

সাধারণ উষ্ণতার পরিবর্তে যদি অল্প কোন উষ্ণতায় দ্রাব্যতা নিরূপণ করিতে হয় তাহা হইলে পার্শ্ববর্তী চিত্রের অনুকূপ একটি ব্যবস্থা প্রয়োজন হইবে। একটি বড় বীকারে জল লইয়া উহাকে



যে কোন উষ্ণতায়  
দ্রাব্যতা নির্ণয়

গরম করিয়া বা বরফ সাহায্যে শীতল করিয়া প্রয়োজনীয় উষ্ণতায় রাখা হয়। অতঃপর একটি বড় মুগের পরীক্ষ-নলে থানিকটা তল লইয়া উহাতে আস্তে আস্তে বিচর্ণ নাইটার [ অথবা অল্প কোন দ্রাব ] দেওয়া হয়। এই নলটি বীকারের ভিতর রাখিয়া দেওয়া হয়। একটি রবাব-কর্ক দিয়া নলের মুখটি জাঁটিয়া দেওয়া হয় এবং কবের ভিতর দিয়া একটি থার্মোমিটার, একটি আলোড়ক (নাড়াচাড়া কবার যন্ত্র) এবং একটি পিপেট প্রবেশ করান থাকে। সেই উষ্ণতায় দ্রবণটি সম্পৃক্ত হইলে, পিপেটের সাহায্যে নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রবণ বাহিবে লইয়া পূর্বের নিয়মানুযায়ী দ্রাব ও দ্রাবকের অন্তর্গত নির্ণয় করা হয়।

সচরাচর, উষ্ণতারূদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে দ্রাব্যতাও বাড়িয়া যায়। পরীক্ষায় জানা গিয়াছে, ১০০ গ্রাম জলকে সম্পৃক্ত করিতে ৫০°C উষ্ণতায় ৮৫ গ্রাম পটাসিয়াম নাইট্রেট প্রয়োজন, এবং ৪০°C উষ্ণতায় মাত্র ৬৫ গ্রাম প্রয়োজন হয়। এখন যদি ৫০°C উষ্ণতায় ১০০ গ্রাম জলে পটাসিয়াম নাইট্রেটের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করা হয় এবং তারপর উহাকে আস্তে আস্তে শীতল করিয়া ৪০°C উষ্ণতায় আনা হয়, তবে সেই দ্রবণ হইতে প্রায় ২০ গ্রাম

দ্রাব বাহির হইয়া আসিবে। কারণ,  $80^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতায়, ১০০ গ্রাম জলে সর্বাধিক যে পরিমাণ পটাসিয়াম নাইট্রেট দ্রবীভূত হইতে পারে তাহা ৬৫ গ্রামের অধিক নয়।

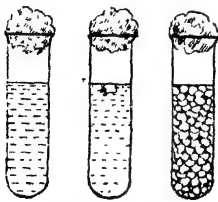
কোন কোন সময় সম্পৃক্ত দ্রবণকে এক উষ্ণতা হইতে নিম্নতর উষ্ণতায় নিয়া আসিলে যে পরিমাণ দ্রাব বাহির হইয়া আসার কথা তাহা আসে না। অর্থাৎ নিম্নতর উষ্ণতায় যতটা দ্রাব দ্রবণে থাকার কথা, তাহা হইতে অধিকতর পরিমাণ দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। এই প্রকার দ্রবণকে **অতিপৃক্ত দ্রবণ (super-saturated solution)**

বলে। অতিপৃক্ত দ্রবণ খুব অস্থায়ী ধরনের হয়। একটু

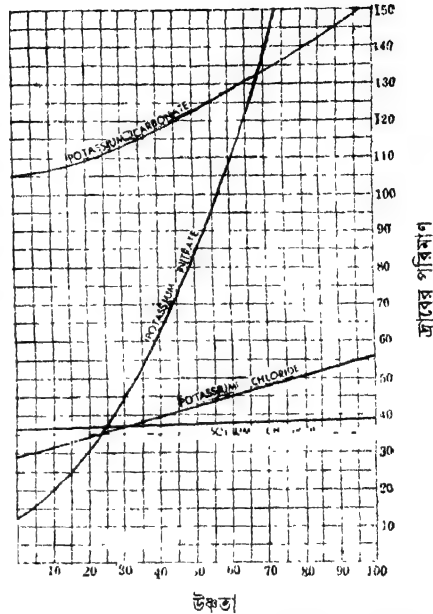
নাড়াচাড়া করিলে বা দ্রাবপদার্থের একটুখানি উহাতে দিলেই পরিমাণের অতিরিক্ত দ্রাবটুকু বাহির হইয়া আসে এবং দ্রবণটি সম্পৃক্ত হইয়া থাকে।

**পরীক্ষা :** সোডিয়াম-থাইোসালফেটের অতিপৃক্ত দ্রবণ।

একটি পরীক্ষ-নলে কিছু সোডিয়াম-থাইোসালফেটের দানা লইয়া নলের মুখটি তুলি দিয়া



সোডিয়াম-থাইোসালফেটের  
অতিপৃক্ত দ্রবণ



চিত্র ৩৮—দ্রাব্যতা-লেখ

খাটিয়া দাও। অতঃপর উহাকে একটি বীকারের পালে বাধিয়া আশ্রিত আশ্রিত কর। দেখিবে সোডিয়াম-থাইোসালফেটের দানাজলি গলিয়া তরল হইতেছে। বস্তুতঃ সোডিয়াম-থাইোসালফেটের ক্ষটিকের ভিতর জল আছে, উত্তাপ-প্রয়োগে, সেই জলে উহা দ্রবীভূত হইয়া যায়। এখন টেস্ট-টিউবটি বাহিরে আনিয়া শীতল করিলেও, উহা সহজে দানা বাধিবে না। ইহা সোডিয়াম-থাইোসালফেটের অতিপৃক্ত দ্রবণ। এই দ্রবণে সোডিয়াম-



**পরীক্ষা :** খানিকটা বালু ও লবণ একত্র করিয়া মিশাইয়া লও। এখন উহাদিগকে পৃথক করিতে হইবে। একটি বীকারে মিশ্র পদার্থটি লইয়া উপযুক্ত পরিমাণ জল দাও। তারপর উহাকে বুনসেন দীপের সাহায্যে তার-জালির উপর বেশ উত্তপ্ত কর। লবণ জলে দ্রব হইবে, কিন্তু বালু এমনিই থাকিবে। এখন এক টুকরা ফিল্টার কাগজ ঠোড়ার মত জড়াইয়া একটি কাচের ফানেলের উপর বসাও এবং নীচে একটি পাত্র রাখ। গরম দ্রবণটি এখন ফিল্টার কাগজে ঢালিয়া দাও। দেখ, নীচের পাত্রে আস্তে আস্তে স্বচ্ছ লবণের দ্রবণ সঞ্চিত হইতেছে এবং বালুকণা ফিল্টার কাগজের উপর রহিয়া গিয়াছে। এইভাবে বালু হইতে লবণ পৃথক করা হইল।

কিন্তু মিশ্র পদার্থের উপাদানগুলি সবই যদি দ্রবণীয় হয় তবে তাহাদের এই ভাবে পৃথক করা সম্ভব নয়। যেমন, চিনি ও লবণ একত্র থাকিলে এই প্রণালীতে আলাদা করা যাইবে না।

পরিষ্কৃতির ফলে যে স্বচ্ছ তরল পদার্থ পাওয়া যায় তাহাকে **পরিষ্কৃত (filtrate)** এবং যে কঠিন পদার্থ ফিল্টারের উপরে থাকিয়া যায় তাহাকে **অবশেষ (residue)** বলে।

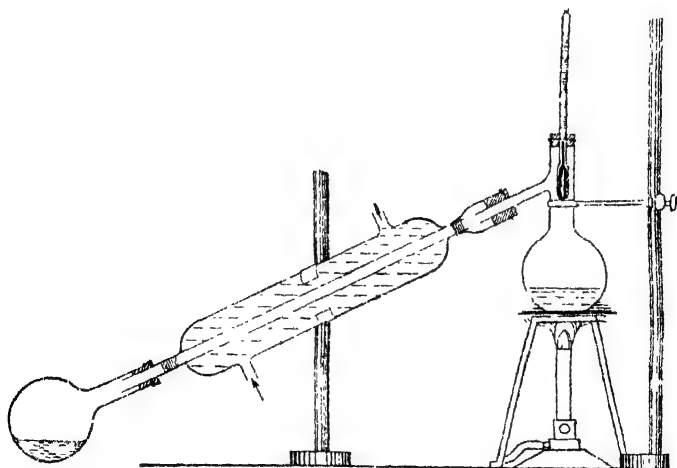
**৩-৭। পাতন (Distillation) :** তরল পদার্থকে উত্তাপের সাহায্যে বাষ্পীভূত করা এবং সেই বাষ্পকে শীতল করিয়া আবার তবল অবস্থায় ফিরাইয়া আনাকে **পাতন প্রণালী** বলে। স্তরাতঃ পাতন প্রণালী বাষ্পীকরণ এবং ঘনীকরণ এই দুই প্রক্রিয়ার সমন্বয়। ল্যাবরেটরীতে পাতন প্রণালীর প্রয়োগ খুবই সাধারণ এবং তরল পদার্থকে বিশুদ্ধ করিতে পাতনের সাহায্য অপরিহার্য। তরল পদার্থের সঙ্গে যখন অদ্রবণীয় পদার্থ মিশ্রিত থাকে, তখন পরিষ্কৃতির দ্বারা উহাদের পৃথক করা যায়। কিন্তু কোন পদার্থ যদি তরল পদার্থে দ্রবীভূত থাকে তাহা হইলে পরিস্রাবিত করিয়া তাহাদের পৃথক করা সম্ভব নয়। তখন পাতনের সাহায্য লইতে হয়। নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা পাতনের উপযোগিতা সম্যক উপলব্ধি হইবে।

**পরীক্ষা :** নদীর অবিশুদ্ধ জল হইতে বিশুদ্ধ জল প্রস্তুত কর।

একটি পাতন-কুপীতে নদীর জল নাও এবং উহাতে একটুখানি পটাশিয়াম পারমাঙ্গানেট মিশাইয়া দাও, জলের রঙ গাঢ় লাল হইবে। পাতন-কুপীর

নলটির সহিত একটি লিবিগ-শীতক বা কন্ডেনসার জুড়িয়া দাও (চিত্র ৩৬)। এই শীতকের ভিতর একটি সরু নল আছে যাহার সঙ্গে পাতন-কুপীর অভ্যন্তর সংযুক্ত হইবে এবং উহার ভিতর দিয়া বাষ্প চালিত হইবে। এই সরু নলটির চারিদিকে শীতল জল পরিচালনের জন্ত একটি অপেক্ষাকৃত মোটা কাচের নল আছে। রবার টিউবের দ্বারা জলের কলের সঙ্গে এই বাহিরের নলটি যুক্ত করিয়া শীতল জলপ্রবাহের ধারা দেওয়া হয়। শীতকটি একটু কাত করিয়া লাগান হয় যাহাতে পাতন-কুপীর বিপরীত দিকটি নীচু থাকে। এই দিকে একটি পরিষ্কার কাচের কুপী জুড়িয়া দেওয়া হয়। এই কাচের কুপীতে বিশুদ্ধ তরল পদার্থটি সঞ্চিত হইবে। ইহাকে গ্রাহক (receiver) বলা যাইতে পারে।

পাতন-কুপীর মুখটি একটি কর্ক দিয়া বন্ধ করিয়া দাও এবং এই কর্কের ভিতর দিয়া একটি থার্মোমিটার বসাইয়া দাও। এখন তারজালির উপর রাখিয়া বুনসেন দীপ সাহায্যে পাতন-কুপীটিকে উত্তপ্ত কর। কিছুক্ষণ পরে জল ফটিতে থাকিবে এবং বাষ্প পার্শ্ববর্তী নলের ভিতর দিয়া শীতকের মধ্যে



চিত্র ৩৬—পাতন

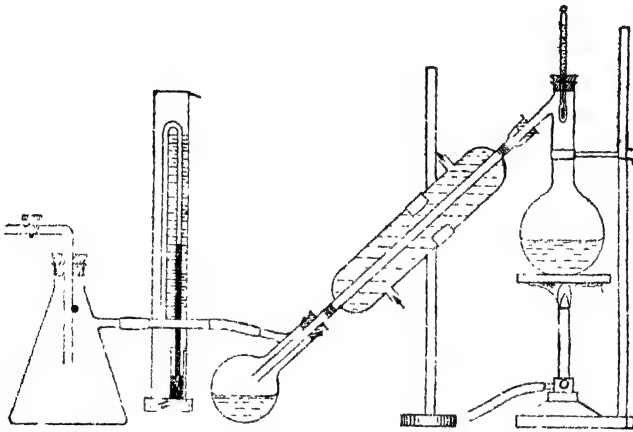
প্রবেশ করিবে। থার্মোমিটারটি লক্ষ্য করিলে দেখিবে যে এই স্টুটনের সময় পাতন-কুপীর ভিতরের উষ্ণতা একেবারে অপরিবর্তিত থাকে। স্টুটনের সময় জল বাষ্পীভূত হয়, কিন্তু নদীর জলের অন্ত্যন্ত দ্রবণীয় এবং অদ্রবণীয় ময়লা অথবা

পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট অম্লদ্বায়ী বলিয়া বাষ্পে রূপান্তরিত হয় না। কতকগুলি ময়লা সহজে দূরীভূত করার জন্য পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ব্যবহৃত হয়। জলীয় বাষ্প শীতকের মধ্যে প্রবেশ করিলে উহার উষ্ণতা কমিয়া যায় ; কারণ, শীতকের ভিতরের নলটির চারিদিকে শীতল জল প্রবাহিত থাকে। যতই উষ্ণতা কমিতে থাকে, বাষ্প শুষ্ক, তরল অবস্থায় ফিরিয়া নিম্নগামী হয় এবং নীচের কাচ-কুপীতে সঞ্চিত হয়। এই সঞ্চিত জলকে পাতিত জল বলা যায় এবং ইহা অগ্রান্ত্র ময়লা হইতে পরিশুদ্ধ হইয়া আসে।

**আংশিক পাতন (Fractional distillation) :** যদি দুই বা ততোধিক তরল পদার্থ একত্র মিশিয়া থাকে তবে তাহাদেরও পাতন-সাহায্যে পৃথক করা যাইতে পারে। একটি দৃষ্টান্ত লওয়া যাউক। একটি তরল মিশ্রণে ঈথার (ether) এবং বেন্‌জিন (benzene) আছে। ঈথারের স্ফুটনাঙ্ক  $35^{\circ}\text{C}$  এবং বেন্‌জিনের  $80^{\circ}\text{C}$ । এই মিশ্রণটিকে একটি পাতন-কুপীতে লইয়া উত্তপ্ত করিলে উহা যখন  $35^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতায় পৌছাইবে, তখন শুধু ঈথার বাষ্পীভূত হইবে এবং শীতক বাহিয়া নীচের কাচ-কুপীতে কেবল ঈথার আসিয়া সঞ্চিত হইবে। যতক্ষণ এই ঈথার বাষ্পীভূত হইতে থাকিবে ততক্ষণ পাতন-কুপীর আভ্যন্তরিক উষ্ণতা  $35^{\circ}$  ডিগ্রীই থাকিবে। যখন সমস্ত ঈথার পৃথক করা হইয়া যাইবে, তখন আবার উষ্ণতা বাড়িতে থাকিবে এবং  $80^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতা হইলে, বেন্‌জিন ফুটিতে থাকিবে এবং তাহার বাষ্প শীতকে আসিয়া তরল হইবে। উহাকে আর একটি ভিন্ন গ্রাহকে সংগ্রহ করা যাইতে পারে। এইভাবে বেন্‌জিন ও ঈথার পৃথক করা সম্ভব হইবে। দুই বা ততোধিক তরল পদার্থের মিশ্রণকে বিভিন্ন উষ্ণতায় পাতন-ক্রিয়া দ্বারা পৃথক করার নাম আংশিক পাতন।

**অনুপ্রেষ পাতন (Vacuum distillation) :** তরল পদার্থ যখন বাষ্পে পরিণত হয়, তখন সেই বাষ্পের একটা চাপ বা প্রেস দেখা যায়। উষ্ণতা যতই বৃদ্ধি পায় বাষ্পের এই চাপও ততই বৃদ্ধি পায়। উষ্ণতার সঙ্গে সঙ্গে এই চাপ বৃদ্ধি পাইয়া যখন বাহিরের বায়ুর চাপের সঙ্গে সমান হইয়া যায়, তখনই স্ফুটন আরম্ভ হয়। অতএব বাহিরের চাপ যদি কম হয়, স্ফুটনও কম উষ্ণতায় সম্ভব হইবে। অর্থাৎ বাহিরের চাপের উপর স্ফুটনাঙ্ক নির্ভর করিবে।

অনেকগুলি তরল পদার্থে দেখা যায় সাধারণ বায়ুর চাপে ফাটনের সময় উহারা **বিযোজিত (decomposed)** হইয়া যায় এবং পাতন দ্বারা আসল তরল পদার্থটি আর পাওয়া যায় না। যেমন তরল হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড লইয়া যদি পাতন করার চেষ্টা করা যায়, তবে উত্তাপের জগ্ৰ উহা ভাঙ্গিয়া জল ও অক্সিজেনে পবিণত হয়। এই রকম ক্ষেত্রে যদি কম উষ্ণতায় উহাদের ফুটান যায় তবে তরল পদার্থটি রক্ষা করা সম্ভব হইবে। কম উষ্ণতায় ফুটাইতে



চিত্র ৩৬—অল্পপ্রেষ পাতন

হইলে উহার উপরকার চাপ কমাইতে হইবে। সেই জগ্ৰ পাম্পের সাহায্যে পাতন যন্ত্রের ভিতরের বায়ু বাহির করিয়া চাপ কমাইয়া দেওয়া হয় এবং পত্রে গরম করিয়া পদার্থটি পাতন করা হয়। এই রকম কম চাপে পাতন করাকে **অল্পপ্রেষ পাতন** বলে (চিত্র ৩৬)।

**অন্তর্ধূম পাতন :** কোন কোন কঠিন মিশ্র পদার্থ বাতাসের অবর্তমানে উত্তপ্ত করিলে উহা হইতে কতকগুলি উদ্বায়ী বস্তু মারুতাকারে বহির্গত হয় এবং শৈত্যের দ্বারা এই সব উদ্বায়ী বস্তুর ঘনীকরণ সম্ভব হয়। মিশ্র পদার্থ হইতে বাতাসের অবর্তমানে উদ্বায়ী বস্তুকে পাতিত করিয়া আনার নাম **অন্তর্ধূম পাতন (destructive distillation)**। এই রকম পাতনে বাতাস থাকিতে দেওয়া হয় না, কারণ বাতাসের সাহায্যে পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তন হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। কয়লাকে এইরূপে বাতাসের অবর্তমানে

খুব উত্তপ্ত করিয়া নানা রকম পাতিত বস্তু সংগ্রহ করা হয়। যথা—কোল গ্যাস, আলকাতরা, আ্যামোনিয়া প্রভৃতি। এই সব উদ্বায়ী বস্তু চলিয়া যাওয়ার পর যে কঠিন পদার্থ থাকিয়া যায় তাহাই কোক-কয়লা।

**৩৮। কেলাসন বা স্ফটিকীকরণ (Crystallisation) :** আমরা পূর্বেই দেখিয়াছি, কোন দ্রবণকে অধিকতর উষ্ণতায় সম্পৃক্ত করিয়া তারপর আস্তে আস্তে শীতল করিলে উহা হইতে দ্রাবটি বাহির হইয়া আসে। যখন এই দ্রাব পদার্থটি দ্রবণের বাহিরে আসে তখন প্রায়ই তাহা নির্দিষ্ট আকারের দানা বাধিয়া থাকে। এই দানাগুলির একটা জ্যামিতিক রূপ আছে। ভাল করিয়া দেখিলে বা অণুবীক্ষণের সাহায্যে পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে, উহাদের পৃষ্ঠদেশগুলি সব সমতল। সমতল পৃষ্ঠগুলি আবার সরল ঋজুরেখায় আসিয়া মিলিয়াছে। এই রকম দানাগুলিকে **স্ফটিক** বলা হয়। সম্পৃক্ত দ্রবণ ঠাণ্ডা করিয়া নির্দিষ্ট জ্যামিতিক আকারের কঠিন পদার্থ পৃথক করার নাম **কেলাসন** বা **স্ফটিকীকরণ**।

কোন একটি পদার্থের স্ফটিকগুলি বিভিন্ন আয়তনের হইতে পারে। কিন্তু তাহাদের আকার সব সময় এক হইবে। বিভিন্ন পদার্থের স্ফটিকের আকার বিভিন্ন হইতে পারে। যেমন—লবণের স্ফটিকের ছয়টি সমতল পৃষ্ঠ আছে, কিন্তু ফটুকিরি অষ্টতল স্ফটিক। স্ফটিক আবার রঙীনও হইতে পারে; যেমন—তুঁতের স্ফটিক নীল। উর্ধ্বপাতনের ফলে যে কঠিন পদার্থ পাওয়া যায় তাহাও স্ফটিকাকারে পাওয়া যায়। কঠিন পদার্থকে চিনিবার পক্ষে তাহাদের স্ফটিকের আকার খুব সাহায্য করে। অবশ্য সমস্ত কঠিন পদার্থই যে স্ফটিকাকারে থাকিবে, এমন কোন কথা নাই। চুন, ময়দা ইত্যাদির কোন নির্দিষ্ট আকার নাই, তাহাদের স্ফটিক হয় না। এই সকল পদার্থকে **অনিয়তাকার পদার্থ (amorphous substance)** বলা হয়।

**পরীক্ষা :** ফটুকিরির স্ফটিক প্রস্তুত কর।

একটি বীকারে খানিকটা জল লও। উহাকে তারজালির উপর রাখিয়া দীপের সাহায্যে আস্তে আস্তে গরম কর। সঙ্গে সঙ্গে চূর্ণ ফটুকিরি উহাতে দাও এবং নাড়িতে থাক। এইভাবে যতক্ষণ না কিছু ফটুকিরি তলায় পড়িয়া থাকে, ততক্ষণ দিতে হইবে। এইরূপে দ্রবণটি সম্পৃক্ত হইল। উপর হইতে পরিষ্কার

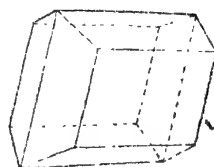
ও স্বচ্ছ দ্রবণটি অল্প একটি বীকারে আশ্রাবণ করিয়া ৩৩। যখন এই দ্রবণটি শীতল হইয়া আসিবে, দেখিবে স্বন্দর অষ্টতল স্ফটিক দ্রবণ হইতে উৎপন্ন হইয়া আসিতেছে। যত ধীরে ধীরে উহাকে শীতল করিবে ততই বড় বড় স্ফটিক পাওয়া যাইবে। স্ফটিক বাহির হইলে পরে যে সম্পৃক্ত দ্রবণ পড়িয়া থাকে তাহাকে **শেষদ্রব (mother liquor)** বলা হয়। এইভাবে স্ফটিক প্রস্তুত করা হয়।

সম্পৃক্ত দ্রবণে যদি দ্রাবের একটি ক্ষুদ্র স্ফটিক সূতায় বাঁধিয়া ঝুলাইয়া রাখা হয় তবে উহা ক্রমশঃ বড় হইয়া একটি বৃহদাকার স্ফটিকে পরিণত হইবে।

সম্পৃক্ত দ্রবণে যদি দুইটি দ্রাব বর্তমান থাকে তবে ঠাণ্ডা করিলে যে দ্রাবটির দ্রাব্যতা কম, উহাই প্রথমে দানা বাধিবে। তখন উহাকে পরিস্রুতির দ্বারা



গন্ধকের স্ফটিক



চিনির স্ফটিক

পৃথক করিয়া লওয়া হয়। পরে পরিষ্কৃত দ্রবণকে আরও ঠাণ্ডা করিলে দ্বিতীয় দ্রাবটির স্ফটিক বাহির হইয়া আসিবে। এইভাবে দুইটি উপাদানকে মিশ্র পদার্থ হইতে পৃথক করা সম্ভব। ইহাকে **আংশিক কেলাসন (fractional crystallisation)** বলা যায়। যদি লবণের সঙ্গে সোরা মিশ্রিত থাকে তবে প্রথমে উহাদের জলে দ্রবীভূত করিয়া সম্পৃক্ত দ্রবণ করা হয়। পরে এই দ্রবণকে ঠাণ্ডা করিলে কেবল লবণের স্ফটিক বাহির হইবে। উহাকে ফিটারের সাহায্যে ছাকিয়া লইলেই বিশুদ্ধ এবং সোরামুক্ত লবণ পাওয়া যাইবে। পরে শেষদ্রবকে আরও ঘন করিলে বা ঠাণ্ডা করিলে সোরার স্ফটিক পাওয়া যাইবে। অনেক সময় কেলাসন দ্বারা এইরূপে মিশ্র পদার্থের উপাদান পৃথক করা সম্ভব।

কোন কোন পদার্থ স্ফটিক আকার ধারণ করার সময় দ্রবণ হইতে প্রত্যেক অণুসঙ্গে এক বা একাধিক জলের অণু বহন করিয়া আনে। যথা—তুতে যখন

নীল স্ফটিক হয় তখন তুঁতের প্রতি অণুর সঙ্গে পাঁচটি জলের অণু সহযাত্রী হয়। এই সমস্ত স্ফটিকে **সোদক স্ফটিক (hydrated crystals)** বলা হয়। যে সমস্ত স্ফটিকে কোন জলের অণু থাকে না, যেমন লবণের স্ফটিক, তাহাদিগকে **অনার্দ্ৰ স্ফটিক (anhydrous crystals)** বলে। সোদক স্ফটিকের জল অনেক সময় সেই স্ফটিকের জ্যামিতিক আকারের জগ্ৰ দায়ী এবং কোন কোন সময় স্ফটিকের রঙের জগ্ৰও দায়ী। যেমন, তুঁতের নীল স্ফটিক উত্তপ্ত করিলে উহার অস্থায়ী জল উড়িয়া যায় এবং একটি সাদা অনিয়তাকার গুঁড়া পড়িয়া থাকে। ইহা অনার্দ্র তুঁতে। কোন কোন সোদক স্ফটিক বাতাসে উন্মুক্ত করিয়া রাখিলে উহাদের জল ক্রমশঃ বাষ্পাকারে উড়িয়া যায় এবং স্ফটিকগুলি অবশেষে অনিয়তাকার হইয়া পড়ে। সোদক স্ফটিকে জল থাকে, সুতরাং উহার একটি নির্দিষ্ট বাষ্পচাপ থাকে। কিন্তু বাতাসে যে জলীয় বাষ্প থাকে তাহার চাপ যদি এই বাষ্পচাপ হইতে কম হয় তবে স্ফটিক হইতে জল বাষ্প হইয়া বায়ুতে আসিতে থাকে। এই রকম পরিবর্তনকে **উদত্যাগ (efflorescence)** বলে এবং স্ফটিকগুলিকে **উদত্যাগী স্ফটিক** বলা হয়। সোডিয়াম কাবনেটের স্ফটিক ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) বাতাসে রাখিয়া দিলে উহার দশটি জলের অণুর নয়টি বাষ্পীভূত হইয়া যায়। অতএব সোডিয়াম কাবনেট উদত্যাগী। কোন কোন স্ফটিক বাতাসে রাখিয়া দিলে তাহা জলীয় বাষ্প আকর্ষণ করিয়া দ্রবীভূত হইয়া পড়ে এবং পদার্থটি একটি তরল দ্রবণে পরিণত হয়। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড, ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড প্রভৃতির স্ফটিক এইরূপ ব্যবহার করে। এই সকল পদার্থের সম্পূর্ণ দ্রবণের বাষ্পচাপ অতিশয় কম এবং সাধারণ উষ্ণতায় এই চাপ বাতাসের জলীয় বাষ্পের চাপ হইতেও কম থাকে। অতএব বাতাস হইতে জলীয় বাষ্প উহারা আকর্ষণ করে এবং ক্রমশঃই দ্রবীভূত হইতে থাকে। এই রকম জলীয় বাষ্প আকর্ষণ করিয়া তরল দ্রবণ হওয়ার নাম **উদগ্রহণ (deliquescence)** এবং এইসকল স্ফটিকে **উদগ্রাহী স্ফটিক** বলা হয়।

আরও অনেক বস্তু জল আকর্ষণ করিয়া লইতে পারে, কিন্তু তাহারা দ্রবীভূত হইয়া পড়ে না, যেমন চুন। ইহাদিগকে **জলাকর্ষী (hygroscopic)** বস্তু বলা হয়।

সোদক স্ফটিকের জলের অল্পপাত সহজেই নির্ণয় করা সম্ভব।

**পরীক্ষা :** বেরিয়াম ক্লোরাইড ফটিকের জলের অশুপাত নিরূপণ কর।

একটি পর্সেলিনের ঢাকনোসহ মুচি লও। উহাকে পরিষ্কৃত করিয়া শুষ্ক অবস্থায় উহাৎ ওজন লও। এখন এই মুচির ভিতরে এক গ্রাম পবিত্রাণ বিপুল বেরিয়াম ক্লোরাইডের ফটিক লইয়া ভোলদণ্ডের সাহায্যে আবার উহার ওজন লও। এই দুইটি ওজন হইতে বেরিয়াম ক্লোরাইড ফটিকের ওজন জানা হইবে। মুচিটি তৎপবে একটি ত্রিকোণ মুখাধারের উপর অখোদ্যুক্ত অবস্থায় রাখিয়া দীপের সাহায্যে উত্তপ্ত কব। উত্তাপে ফটিকের জল বাষ্পীভূত হইয়া চলিয়া যাইবে। অনেকক্ষণ এই প্রক্রিয়া কবিলে সমস্ত জল পদার্থটি হইতে দূরীভূত হইবে। তৎপর মুচিটিকে একটি শোষকাধারে (desiccator) রাখিয়া শীতল বব এবং পুনরায় উহার ওজন বাহিব কর। পুনঃ পুনঃ উত্তপ্ত করিয়া এবং পরে শীতল করিয়া এই ওজনটি লইতে হইবে, যাচাতে ওজনটি নির্দিষ্ট হয় অর্থাৎ সমস্ত জল দূরীভূত হইয়াছে জানা যায়। মনে কব—

ঢাকনোসহ মুচিটির ওজন  $= w_1$  গ্রাম

ফটিক এবং ঢাকনোসহ মুচিটির ওজন  $= w_2$  গ্রাম

অন্যত্র পদার্থ এবং ঢাকনোসহ মুচিটির ওজন  $= w_3$  গ্রাম

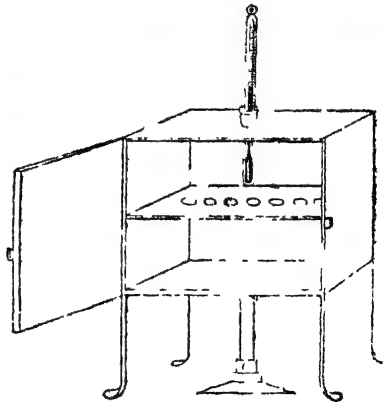
$\therefore (w_2 - w_1)$  গ্রাম ফটিকে  $(w_3 - w_2)$  গ্রাম জল ছিল।

অতএব, ১০০ গ্রাম ফটিকে  $\frac{w_2 - w_1}{w_3 - w_2} \times 100$  গ্রাম জল ছিল।

\* অর্থাৎ, ফটিকের জলের অশুপাত,  $\frac{w_2 - w_1}{w_3 - w_2} \times 100 \%$

**৩-৯। শুষ্কীকরণ (Drying or Desiccation) :** পদার্থের

ভিতর প্রায়ই কিঞ্চিপরিমাণ জল থাকে। এই জল সাধারণতঃ বায়ুমণ্ডলী হইতে পদার্থে মিশ্রিত হয়। অনেক সময় রাসায়নিক বিক্রিয়াতে জলের উপস্থিতি বাঞ্ছনীয় নয়। সেইজন্ম পদার্থ হইতে জল সরাইয়া লওয়া হয়। জল দূর করার প্রণালীকে **শুষ্কীকরণ** বলে। শুষ্কীকরণ দুই প্রকারে সম্ভব।



চিত্র ৩৮—বাষ্প চুল্লী

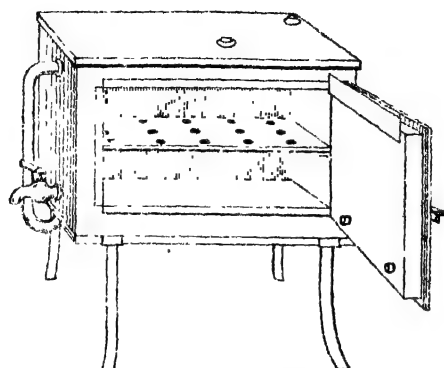
**ক। উত্তাপের সাহায্যে**

—যদি পদার্থটি নিজে উদ্বায়ী না হয় এবং উত্তাপে বিয়োজিত না হয় তবে উহাকে উত্তপ্ত করিলেই

জল বাষ্পাকারে দূরীভূত হইয়া যাইবে উত্তাপ প্রয়োগ করার জন্য দুই



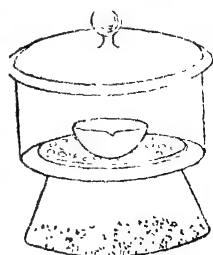
প্রকার যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে—বায়ু চুল্লী ও স্টীম প্রকোষ্ঠ (air oven and steam oven)। (চিত্র ৩৬ এবং ৩৭)।



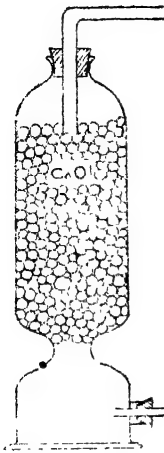
চিত্র ৩৬ — স্টীম প্রকোষ্ঠ

খ। নিরুদনকারী সাহায্যে (By dehydrating agents) :

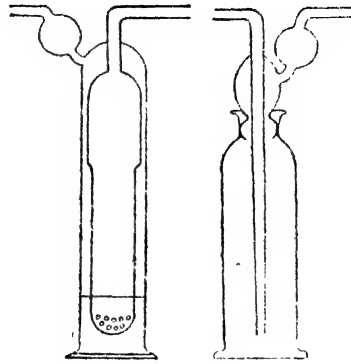
কতকগুলি বস্তু আছে যাহারা অতি সহজে জল আকর্ষণ করিতে পারে। ইহাদের নিরুদনকারী বলা যায়। ফসফরাস পেণ্টোক্সাইড, সালফিউরিক অ্যাসিড, ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ইত্যাদি উত্তম নিরুদনকারী পদার্থ। যদি একটি বদ্ধ প্রকোষ্ঠের ভিতর একটি নিরুদনকারী এবং যে পদার্থ শুষ্ক করিতে হইবে তাহা রাখিয়া দেওয়া যায় তবে প্রথমে বায়ু হইতে সমস্ত জলীয় বাষ্প নিরুদনকারী বস্তু শোষণ করিয়া লইবে ; বায়ুতে জলীয় বাষ্পের অভাব হইলেই পদার্থ টি হইতে জল বাষ্পাকারে বায়ুতে সঞ্চালিত হইবে। ইহাও আবাব নিরুদনকারী শোষণ করিয়া লইবে। এইভাবে মিলিত পদার্থ টি হইতে সমস্ত জল নিরুদনকারীর ভিতর চলিয়া যাইবে। পদার্থ টি জলমুক্ত হইয়া যাইবে। যে যন্ত্রে এই কাৰ্য সম্পাদিত হয় তাহাকে **শোষকাধার** (desiccator) বলা হয় (চিত্র ৩৭)। গ্যাসীয় পদার্থের সহিত জল মিশ্রিত থাকিলে উহাকে প্রায়ই নিরুদনকারী কোন পদার্থের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিয়া উহার জল বিতাড়িত করা হয়। বিভিন্ন রকমের “গ্যাস টাওয়ার” বা “ওয়াশার” (washer) এই জন্ত ব্যবহৃত হইয়া থাকে (চিত্র ৩৮)।



চিত্র ৩৭—শোষকাধার



চিহ্ন ৩৬—গ্যাস টাওয়ার



চিহ্ন ৩৭—গ্যাস ওলাসার

মিশ্রিত পদার্থের উপাদানগুলিকে পৃথক করার প্রণালী :  
পাতন, জারণ, পরিশ্রুতি ইত্যাদি যে সমস্ত প্রণালীর আলোচনা করা হইয়াছে,  
এই সমস্তই মিশ্রিত পদার্থের উপাদানগুলিকে পৃথক করার জন্য ব্যবহৃত হয়।  
কিন্তু কোন্ ক্ষেত্রে কি উপায় অবলম্বন করিতে হইবে তাহা উপাদানের  
উপর নির্ভর করে। দুই-একটি উদাহরণ দেওয়া যাইতে পারে।

১। বারুদের উপাদান পৃথকীকরণ : বারুদের তিনটি উপাদান—গন্ধক,  
সোরা, এবং কাঠকয়লা চূর্ণ। খানিকটা বারুদ একটি বীকারে নিয়া কার্বন ডাই-সালফাইড  
দিয়া ভাল করিয়া নাড়িলে, উহাতে গন্ধক জবীভূত হইবে, কিন্তু অপর দুইটি উপাদান জবীভূত  
হইবে না। একটি ফিটার কাগজের সাহায্যে এখন এই সংমিশ্রণটিকে পরিশ্রাবণ করিলে সোরা ও  
কয়লার গুঁড়া অবশেষ পাওয়া যাইবে এবং গন্ধক-জবণের পরিশ্রবণ পৃথক হইয়া আসিবে। এই  
জবণটিকে বাতাসে রাখিয়া দিলে কার্বন ডাই-সালফাইড বাষ্পাকারে উড়িয়া যাইবে এবং পাত্রটিতে  
গন্ধক পড়িয়া থাকিবে। সোরা ও কয়লার মিশ্রণটিকে জল দিয়া উত্তপ্ত করিলে সোরা জবীভূত  
হইবে এবং ইহাকে পরিশ্রাবণ করিয়া কয়লা পৃথক করিয়া লইতে পারা যাইবে। সোরা জলে  
জবীভূত হওয়ায় যে পরিশ্রবণ পাওয়া যাইবে তাহাকে গরম করিয়া জল বাষ্পীভূত করিলেই সোরা  
পাওয়া যাইবে। এইভাবে উপাদান তিনটি পৃথক করা হয়।

২। লবণ, নিশাদল, বালু ও লোহাচূরের মিশ্রণ হইতে উপাদান চারিটি  
পৃথক করিতে হইবে।

মিশ্রণটি প্রথমে একটি কাগজের উপরে বিস্তৃত করিয়া একটি ভাল চুষকের সাহায্যে লোহাচূরগুলি আকর্ষণ করিয়া টানিয়া আনিতে হইবে। পুনঃ পুনঃ চুষক সঞ্চালন করিয়া সমস্ত লোহাচূর আকৃষ্ট করিয়া লইতে হইবে। এইরূপে একটি উপাদান পৃথক হইল। লোহাচূর সরাইবার পর, মিশ্রণটি একটি খপ্পরে রাখিয়া একটি ফানেল উল্টা করিয়া ঢাকিয়া দিতে হইবে। এখন খপ্পরটিকে তারজালির উপর রাখিয়া দীপের সাহায্যে আন্তে আন্তে গরম করিলে নিশাদল উল্খপাতিত হইয়া ফানেলের গায়ে জমাট বাধিবে। যথেষ্ট সময় দিলে সম্পূর্ণ নিশাদল এই রকমে আলাদা করা যাইতে পারে। এখন বাকী থাকিবে লবণ ও বালু। এই দুইটিকে জলের সহিত গবন করিলে লবণ দ্রবীভূত হইয়া যাইবে। পরিস্রুত করিলেই বালু পৃথক হইয়া যাইবে এবং দ্রবণটিকে উত্তাপের সাহায্যে শুষ্ক করিলে লবণ পাওয়া যাইবে। এইভাবে চারিটি উপাদান পৃথক করা সম্ভব।

### চতুর্থ অধ্যায়

## জড় পদার্থের বিত্যাভাবাদ : বস্তুত্ব অবিনাশিতা

ম্যাগনেসিয়াম যখন আগুনে পোড়ান হয় তখন উহা অতি উজ্জ্বল আলো বিকিরণ করে এবং ভস্মে পরিণত হইয়া যায়। ম্যাগনেসিয়াম খণ্ডটি যদি পুড়িবার পূর্বে একটি খপ্পরে ওজন করিয়া লওয়া হয় এবং পরে উহাকে সেই খপ্পরেই ভস্মীভূত করিয়া ঠাণ্ডা করিয়া আবার ভস্মটি ওজন করা হয়, তবে দেখা যায় যে ভস্মের ওজন ম্যাগনেসিয়ামের চেয়ে অনেক বেশী। একটি রাসায়নিক পরিবর্তনের ফলে ওজনের বৃদ্ধি হইয়াছে। সেই রকম খানিকটা লোহা যদি ওজন করিয়া কয়েক দিন বাতাসে ফেলিয়া রাখা হয় তবে উহাতে মরিচা পড়ে। পরে যদি উহাকে আবার ওজন করা হয়, তাহা হইলে দেখা যাইবে যে ওজন বাড়িয়া গিয়াছে। যদি এক টুকরা তামা ওজন করিয়া চিমটা দিয়া ধরিয়া আগুনে উত্তপ্ত করা হয় তবে উহা আন্তে আন্তে কাল হইয়া যায়। এক্ষেত্রেও রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটায় তামা কপার অক্সাইড হইয়া যায়। ঠাণ্ডা হইলে

পর যদি উহাকে ওজন করা হয়, ওজনের বৃদ্ধি হইয়াছে দেখা যাইবে। এই সমস্ত পরীক্ষা হইতে প্রতীয়মান হয় যে রাসায়নিক পরিবর্তনের সময় বস্তুর ভর বৃদ্ধি পায় বা নূতন বস্তুর সৃষ্টি হয়।

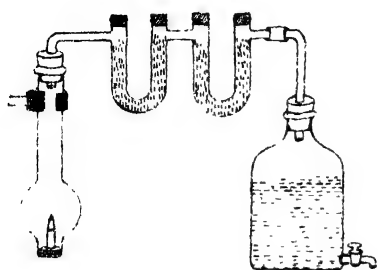
আবার মোমবাতিটি যখন পুড়িতে থাকে, স্পষ্টই দেখা যায় উহার ক্ষয় হইতেছে। সুতরাং উহার ওজন তো কমিবেই। কয়লা বা কাঠ যখন পোড়ে, তখন যেটুকু ভস্ম থাকিয়া যায় তাহার ওজন উহাদের নিজেদের ওজনের চেয়ে অনেক কম। কেরোসিন বা স্পিরিট পোড়াইলে কিছুই অবশিষ্ট থাকে না। অতএব এই সমস্ত পদার্থের পরিবর্তনে বস্তুর ভরের বিনাশ হয়। ইহাতে আপাততঃ মনে হয় এই সব জড় পদার্থ লয় পাইতেছে বা ধ্বংস হইয়া যাইতেছে।

কিন্তু বাস্তবিক পক্ষে আমাদের এই সকল ধারণা ঠিক নহে। জড় পদার্থের সৃষ্টি হইতে পারে না, তাহাদের ধ্বংসও নাই। স্থলজ্ঞানে যাহাকে আমরা বস্তুর সৃষ্টি বা ধ্বংস বলিয়া মনে করিতেছি, বস্তুর উহা পদার্থের রূপান্তর মাত্র।

ম্যাগনেসিয়াম যখন ভস্মে পরিণত হয় তখন বায়ু হইতে অক্সিজেন উহার সহিত সংযোজিত হয়। যদি এই ম্যাগনেসিয়াম এবং যে অক্সিজেন উহার সহিত যুক্ত হয়, উভয়ের ওজন আমরা লই, তবে দেখিব ভস্মের ওজন উহাদের দুইটির ওজনের সমান। অতিরিক্ত কোন বস্তু উৎপত্তি হয় নাই। হামার বা লোহার মরিচার ওজন-বৃদ্ধির হেতুও একই। কোন ক্ষেত্রেই বাস্তবিক পক্ষে পদার্থের ওজন-বৃদ্ধি গটে নাই। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যে সমস্ত পদার্থ অংশ গ্রহণ করে তাহাদের সকলের ওজন লইলে দেখা যাইবে যে ওজন মোটেই বৃদ্ধি পায় নাই।

আবার মোমবাতিটি যখন পোড়ে তখন মনে হয় বস্তুর বিনাশ সাধিত হইল। কিন্তু ইহা সত্য নহে। মোম যখন পোড়ে তখন বায়ুর অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া উহা দুইটি অদৃশ্য গ্যাসীয় পদার্থে রূপান্তরিত হয়; একটি জলীয় বাষ্প, অপরটি অক্সারান বা কার্বন-ডাই-অক্সাইড। উহার গ্যাসীয় এবং অদৃশ্য বলিয়া আমরা সচরাচর উহাদের লক্ষ্য করি না এবং মোমবাতির ক্ষয় বা বিনাশ হইল মনে করি। মোমবাতির একটি পরীক্ষা দ্বারা ইহা প্রমাণ করা যায়।

**পরীক্ষা :** একটি কাচের চিমনির নীচের মুখটি একটি ছিদ্র-যুক্ত ছিপি



চিত্র ৪ক—মোমবাতির দহন

আঁটিয়া বন্ধ কর। ছিপির উপর একটি ছোট মোমবাতি বসাইয়া দাও (চিত্র ৪ক)। চিমনির উপরের মুখটিও একটি কর্ক দ্বারা বন্ধ কর এবং এই কর্কের ভিতর দিয়া একটি বাঁকান কাচনল প্রবেশ করাইয়া দাও। কাচনলের বাহিরের দিকটি পর পর দুইটি

U-নলের সঙ্গে যুক্ত করিয়া দাও। একটি U-নল কস্টিক পটাস এবং অপরটি বিশুদ্ধ ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা ভর্তি কর।

U-নল দুইটি সহ চিমনিটিকে প্রথমেই একটি নিষ্কৃতিতে বাঁধিয়া ওজন করিয়া লও। অতঃপর শেষের U-নলটির সহিত জলপূর্ণ একটি বাতচোষক (aspirator) জুড়িয়া দাও। এখন মোমবাতিটি জ্বলাইয়া দাও এবং বাতচোষকের স্টপককটি খুলিয়া দাও। উহা হইতে জল বাহির হইতে থাকিবে এবং সঙ্গে সঙ্গে চিমনির নীচের কর্কের ভিতরের ছিদ্র দিয়া বাতাস প্রবেশ করিতে থাকিবে। এই বাতাসে মোমের দহন-কার্য চলিতে থাকিবে। মোমবাতিটি অনেকক্ষণ যাবৎ পোড়ান হইলে স্টপককটি বন্ধ করিয়া দাও। আর বাতাস চিমনিতে ঢুকিবে না এবং মোমবাতিটিও নিভিয়া যাইবে। যন্ত্রটি ঠাণ্ডা হইলে পর, আবার চিমনিটিকে U-নল দুইটি সহ ওজন কর; দেখিবে এখন ওজন অনেক বেশী হইয়াছে। সাধারণভাবে মনে হয় মোম পুড়িয়া ধ্বংস হইল, কিন্তু ওজনে দেখা গেল যে ওজন বৃদ্ধি পাইল। প্রকৃতপক্ষে ইহার একটিও ঠিক নয়। মোম যখন পুড়িল, তখন যে অক্সিজেন হইল তাহা বায়ুমিশ্রেতে গিয়া কস্টিক পটাসের U-নলে শোষিত হইয়া রহিল; কারণ, কস্টিক পটাস উহাকে দ্রুত শোষণ করিয়া লইতে পারে। সেই রূপে অপর পদার্থ অর্থাৎ জলীয় বাষ্পটিও ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড পূর্ণ নলে শোষিত হইয়া রহিল। মোম পোড়ানর রাসায়নিক পরিবর্তনে মোম এবং বায়ু (অথবা উহার অক্সিজেন) অংশ গ্রহণ করিয়াছে। কিন্তু প্রথমে ওজন করার সময় আমরা মোমের ওজন করিয়াছি, বাহির হইতে যে বায়ু প্রবেশ করিয়া রাসায়নিক সংযোগ সাধন

করিল তাহার ওজন লই নাই। পরীক্ষার পরে যে ওজন লওয়া হইল, তাহা ঐ বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন উভয় পদার্থের ওজন। সুতরাং ওজন বাড়িয়াছে। যদি পূর্বে কোন উপায়ে মোম এবং অক্সিজেন দুইয়েরই ওজন লইতে পারা যাইত তবে সেই ওজন ও পরবর্তী ওজন একই হইত। মোম অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন এই দুইটির যৌগিক পদার্থ। পুড়িবার সময় ইহারা অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া অক্সারান ও জলীয় বাষ্প হইয়াছে। এই পরিবর্তনে বস্তুর ভর কমে নাই বা ধ্বংস হয় নাই, শুধু রূপান্তর হইয়াছে মাত্র।

মোমের মতই স্পিরিট, কার্ঠ, কেরোসিন পুড়িলে আমরা আপাতদৃষ্টিতে উহারা ধ্বংস হইল মনে করি, কিন্তু সেই সব দহনের সময় যদি পূর্বাগত সমস্ত জিনিসের ওজন লইতে পারি, তবে দেখা যাইবে বিক্রিয়ার ফলে ওজনের কোন হাস-বৃদ্ধি হয় নাই।

এই সমস্ত পরীক্ষা হইতে বোঝা যায়, বস্তুর ধ্বংস নাই এবং কোন প্রকার বিক্রিয়ার ফলেই বস্তুর সৃষ্টি সম্ভব নয়, যদিও বস্তুর রূপান্তর বা পরিবর্তন সর্বদাই সম্ভব। বস্তুর এই অবিনাশিতা বৈজ্ঞানিক ল্যাবরসির প্রথমে যুক্তি ও পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করেন।

**ল্যাবরসিরের পরীক্ষাঃ** একটি কাচের বকযন্ত্রের ভিতর কতটুকু টিন ভরিয়া তিনি বকযন্ত্রের মুখটি গালাইয়া একেবারে বন্ধ করিয়া দিলেন। তারপর তিনি উহা ওজন করিলেন। পবে বকযন্ত্রটি তিনি কয়েকদিন ধরিয়া ক্রমাগত উত্তপ্ত করিলেন। উত্তাপের ফলে টিন অভ্যন্তরস্থ বায়ুর সঙ্গে সংহত হইয়া খানিকটা পরিবর্তিত হইয়া গেল (টিন অক্সাইড হইল)। বকযন্ত্রটি ঠাণ্ডা করিয়া আবার তিনি উহা ওজন করিলেন; দেখা গেল ওজনের কোন প্রকার তারতম্য হয় নাই। সুতরাং তিনি সিদ্ধান্ত করিলেন, রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে বস্তুর রূপান্তর ঘটয়াছে মত, কিন্তু বস্তুর বিলোপ বা বৃদ্ধি হয় নাই।

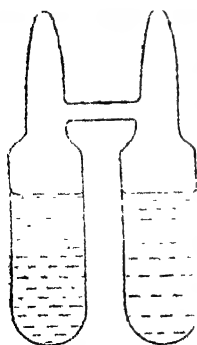
সুতরাং ল্যাবরসির বলিলেন, “যে কোন রাসায়নিক বা অবস্থাগত পরিবর্তনে বস্তুর রূপান্তর ঘটে মাত্র, কিন্তু পূর্বে বা পরে ওজনের বিন্দুমাত্র ব্যতিক্রম হয় না। বস্তুর বিনাশ নাই, বস্তু অবিনশ্বর। শূন্য ভর হইতে পদার্থের সৃষ্টি সম্ভব নয়, আবার জড়বস্তুকে ধ্বংস করিয়া কেবল মাত্র শূন্যে মিলাইয়া দেওয়াও সম্ভব নয়।” শূন্য হইতে জড়ের উৎপত্তি এবং জড়ের শূন্যে পরিণতি সম্ভব নয়। উনবিংশ শতাব্দীতে বহুক্ষেত্রে বিভিন্ন পরীক্ষার সাহায্যে

এই নিয়মের সত্যতা প্রমাণিত হইয়াছে। এই নিয়মকেই **জড়পদার্থের নিত্যতাবাদ (Law of Conservation of Matter)** বলা হয়। জড়বিজ্ঞানের ইহা একটি মূলসূত্র এবং এই সত্য অবলম্বন করিয়া বিজ্ঞানের বহু তথ্য আবিষ্কার সম্ভব হইয়াছে। প্রকৃতিতে নিয়ন্তর বহুবিধ পরিবর্তন সাধিত হইতেছে বটে, কিন্তু বস্তুজগতের মোট পরিমাণের কোন হ্রাস-বৃদ্ধি হয় না।

ডালটনের পরমাণুবাদের দিক হইতে বিচার করিলেও আমরা এই নিয়মের সত্যতা উপলব্ধি করিতে পারি। রাসায়নিক পরিবর্তনের সময় পদার্থের অণুগুলি বদলাইয়া অল্পরকম অণুর সৃষ্টি হয়। কিন্তু যে সমস্ত পরমাণুর দ্বারা পদার্থটি গঠিত তাহাদের বিনাশ বা বিলোপ হয় না। কেবল নূতন বকমে ঐ পরমাণুগুলি সম্বিষ্ট হইয়া নূতন অণুর সৃষ্টি করে। ইহাই ডালটনের **পরমাণুবাদ**। ডালটনের মতে পরমাণুগুলির ওজন নির্দিষ্ট এবং রাসায়নিক পরিবর্তনের ফলে তাহাদের সংখ্যারও কোন হ্রাস-বৃদ্ধি হয় না; অতএব, পদার্থের বিকার বা রূপান্তর হইলেও তাহাদের ওজন বদলাইতে পারে না। ইহাই জড়পদার্থের নিত্যতাবাদের কারণ।

জড়পদার্থের অবিনাশিতা সহজে প্রমাণ করার জন্য কয়েকটি পরীক্ষা অনায়াসে করা যাইতে পারে।

(১) **ল্যানডোলটের পরীক্ষা** : ল্যানডোলট একটি সুন্দর উপায়ে বস্তুর অবিনাশিতা প্রমাণ করেন। তিনি H-আকারের একটি নল লইতেন। উহার নীচের দিক বন্ধ থাকিত (চিত্র ৪খ)। এই নলটির দুই বাহুতে তিনি দুইটি

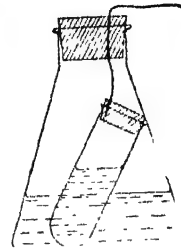


চিত্র ৪খ—ল্যানডোলট-এর  
পরীক্ষা

দ্রবণ লইতেন, যাহারা পরস্পরের সহিত একত্র হইয়া রাসায়নিক ক্রিয়া করিতে পারে। তারপর নলটিকে সোজা রাখিয়া তিনি সম্ভবপণে উহার উপরের মুখ দুইটি গালাইয়া বন্ধ করিয়া দিতেন। অতঃপর একটি উত্তম স্বেদী নিষ্কিতে উহা গুজন করিতেন। তৎপর নলটি ভাল করিয়া ঝাঁকাইলে দ্রবণ দুইটি একত্র হইয়া রাসায়নিক পরিবর্তন হইত। উহাকে আবার গুজন করিয়া তিনি দেখাইয়াছেন যে, কোন ক্ষেত্রেই এই রকম রাসায়নিক পরিবর্তনের ফলে কোন গুজন কমে নাই বা বাড়ে নাই।

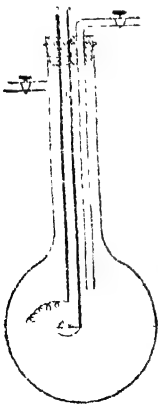
এই পরীক্ষাটি আরও সহজে করা যায়। একটি শঙ্খকূপীতে অল্প পটাশিয়াম অক্সোডাইড দ্রবণ এবং একটি টেস্ট টিউবে মারকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণ লও।

একটি টিউবটি এমনভাবে মন্তপনে কূপীর তিতার রাখ (চিত্র ৪গ), সাহায্যে দুইটি দ্রবণ মিশ্রিত হইবে। কূপীটির মুখ কৰ্ক দ্বারা বন্ধ করিয়া ওজন কর এবং তারপর পেস্টের কূপীটি নাড়িয়া দাও। দুইটি দ্রবণ একত্র হইলে উহা হঠাৎ লাল অধঃক্ষেপ (precipitate) বান্ধি হইয়া আসিবে। ইহা একটি রাসায়নিক বিক্রিয়া। পরে আবার কূপীটির ওজন লও, দেখিলে ওজন একই আছে। বস্তুর নিত্যতাবাদ প্রমাণিত হইল। পটাশ অক্সোডাইড-এ পরিবর্তে অন্যান্য উপযুক্ত দ্রবণ নইয়াও পরীক্ষা করা যাইতে পারে; যেন, সিলভার নাইট্রেট এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ইত্যাদি।



চিত্র ৪গ—বস্তুর নিত্যতাবাদ পরীক্ষা

(২) পরীক্ষা : একটি শঙ্খ ও পুর কাচের কূপী লও। উহার মুখটি ঘেন 'খ' 'ক' একটি রবারের ছিপিদ্বারা বন্ধ করা যায়। রবারের ছিপিটিতে ছিদ্র করিয়া দুইটি তারের তার, 'ক' ও 'খ', প্রবেশ করাইয়া দাও (চিত্র ৪ঘ)। 'ক' তারটির শেষপ্রান্তে একটি ছোট তারের বাতি আছে। 'খ' তারটি প্রায় সেই বাতিটি পর্যন্ত প্রবেশ করিবে, কিন্তু বাতিটি স্পর্শ করিবে না। ছোট একটু গন্ধকের টুকরা একটি সরু প্লাটিনামের তারে জড়াইয়া ঐ বাতিতে রাখ এবং প্লাটিনামের এক প্রান্ত 'খ' তারের শেষ প্রান্তে জড়াইয়া দাও। রবারের ছিপিটি এখন কূপীর মুখে আটিয়া দাও এবং সবলতর উহা ওজন কর। 'ক' এবং 'খ' তারের বহির্ভাগ দুইটি একটি ব্যাটারির দুই প্রান্তে সংযুক্ত কর। তৎক্ষণাৎ তারের তিতার দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইবে এবং প্লাটিনামের তারটি উত্তপ্ত ও উজ্জ্বল হইয়া উঠিবে। উত্তাপের ফলে গন্ধকখণ্ড মধ্যস্থ বায়ুর সাহায্যে জলিয়া উঠিবে এবং সালফার



চিত্র ৪ঘ—

বস্তুর অবিনাশতা  
পরীক্ষা



ডাই-অক্সাইড গ্যাসে পরিণত হইবে। বিদ্যুৎপ্রবাহ বন্ধ করিয়া কুপীটিকে ঠাণ্ডা কর এবং কুপীটের আবার ওজন লও। দেখিলে ওজনের কোন হ্রাস-বৃদ্ধি হয় নাই। গন্ধকের রাসায়নিক পরিবর্তনে কোন সঙ্গত সৃষ্টি বা লয় হয় নাই।

### সংক্ষেপ অধ্যায়

## রাসায়নিক সংজ্ঞা : চিহ্ন, সংকেত ও সমীকরণ

সহজ প্রকাশভঙ্গি বিজ্ঞানের একটি প্রধান বিশেষত্ব। রাসায়নিক পরিবর্তন বা বিক্রিয়া সহজে বোধগম্য করার জন্য কতকগুলি সাক্ষেতিক নিয়ম প্রচলিত আছে : এই সকল সংকেত বা চিহ্নের সাহায্যে খুব সংক্ষেপে সমস্ত রকম রাসায়নিক রূপান্তর বা ক্রিয়া প্রকাশ করা সম্ভব।

৫-১। চিহ্ন (Symbol) : মৌলিক পদার্থের নামের সংক্ষেপকে চিহ্ন বলে। সাধারণতঃ নামের আদ্যক্ষরের দ্বারা মৌল চিহ্নিত হয় ; যেমন হাইড্রোজেন H, অক্সিজেন O, কার্বন C, ইত্যাদি। একই আদ্যক্ষরবিশিষ্ট বিভিন্ন মৌল থাকিলে উহাদের চিহ্ন নির্ধারণ করিতে প্রথম অক্ষরটির সহিত নামের আর একটি অক্ষরযুক্ত করিয়া দেওয়া হয়। বলা বাহুল্য, ঐ জাতীয় মৌলগুলির মধ্যে একটিকে শুধু প্রথম অক্ষর দ্বারা চিহ্নিত করা যায়। যেমন—

বোরন—Boron—B

ব্রোমিন—Bromine—Br

বেরিলিয়াম—Beryllium—Be

বেবিয়াম—Barium—Ba

বিসমাথ—Bismuth—Bi

অনেক কয়েক মৌলিক পদার্থের চিহ্ন তাহাদের ল্যাটিন নাম হইতে গ্রহণ করা হইয়াছে যেমন

বাংলা নাম	ইংরেজী নাম	ল্যাটিন নাম	চিহ্ন
তাম্র	Copper	Cuprum	Cu
স্বর্ণ	Gold	Aurum	Au
রৌপ্য	Silver	Argentum	Ag
পারদ	Mercury	Hydrargyrum	Hg

চিহ্ন মাত্রেরই আদিক (Qualitative) ও মাত্রিক (quantitative) দুইটি দিক আছে। উহা প্রথম মৌলটিকে বুঝায়; দ্বিতীয়তঃ শুধু যদি চিহ্নটি দেখা যায় তবে একটি মাত্র অণু বুঝা যাইবে। কিন্তু একাধিক পরমাণু বুঝাতে হইলে চিহ্নটির ভান দিবে সেই রশিটি লিখিতে হয়।  $F_4$  ফসফরাসের চারিটি পরমাণু,  $Cl_2$  ক্লোরিনের দুটি পরমাণু ইত্যাদি।

মৌলিক পদার্থের অণুগুলি এক বা একাধিক পরমাণু সম্বায়ে গঠিত। যথা, হাইড্রোজেন অণু দ্বিপরমাণুক; অক্সিজেন  $H_2$  লিখিলে উহা হাইড্রোজেনের একটি অণু বুঝাইবে। অতএব  $H_2$  হাইড্রোজেন-অণুর সংকেত রূপে ব্যবহার করা যাইতে পারে। সেই রকম, ফসফরাস অণুর প্রকাশে  $P_4$  লিখিতে হইবে; কেন না, উহার অণুতে চারিটি পরমাণু থাকে।

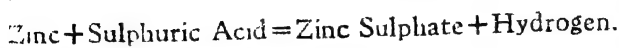
৫-২। **সঙ্কেত (Formula) :** যৌগিক পদার্থগুলিকে তাহাদের নামের পরিবর্তে কতকগুলি চিহ্নের সমন্বয়ে প্রকাশ করা যায়, ইহাকে ‘সঙ্কেত’ বল। যৌগিক পদার্থগুলি একাধিক মৌলিক পদার্থ দ্বারা গঠিত। এই সব গঠনকারী মৌলিক পদার্থের চিহ্নের সাহায্যে যৌগিক পদার্থটির সঙ্কেত স্থির করা যাইতে পারে। যেমন লবণ, সোডিয়াম (Na) এবং ক্লোরিন (Cl) এই দুই মৌলিক পদার্থের সংযোগে তৈয়ারী। অতএব লবণের সঙ্কেত  $NaCl$ । যে সমস্ত পরমাণু দ্বারা যৌগিক পদার্থটির অণু গঠিত তাহারও নির্দিষ্ট পরিমাণ আছে। লবণ অণুতে একটি সোডিয়াম পরমাণু ও একটি ক্লোরিন পরমাণু একত্র যুক্ত থাকে। আবার সোডাতে প্রতিটি অণু দুইটি সোডিয়াম, একটি কার্বন ও তিনটি অক্সিজেন এই ছয়টি পরমাণুর সম্মিলনে গঠিত। অতএব সোডার সঙ্কেত হইবে  $Na_2CO_3$ । প্রতিটি চিহ্নের নীচে ভানদিকের রাশি দ্বারা সঙ্কেতের মধ্যে সেই সেই পরমাণুর সংখ্যা নির্দেশ করা হয়। সালফিউরিক অ্যাসিডের

সংকেত  $H_2SO_4$ । অর্থাৎ ইহার প্রতি অণুতে দুইটি হাইড্রোজেন, একটি সালফার ও চারিটি অক্সিজেন পরমাণু আছে।

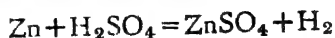
কেবল সংকেতটি লিখিলে যৌগিক পদার্থের একটি মাত্র অণু বুঝায়। একাধিক অণু বুঝাইতে হইলে সংকেতটির পূর্বে প্রয়োজনীয় সংখ্যাটি লিখিতে হইবে। যেমন,  $7H_2SO_4 = ৭$ টি সালফিউরিক অ্যাসিডের অণু।

সালফিউরিক অ্যাসিড যদি  $SH_2O_4$  অথবা  $CH_2S$  লেখা হয় তাহাতে কোন ভুল হয় না। উহাকে  $H_2SO_4$  এতৎপক্ষে লেখার রীতি প্রচলিত হইয়া আসিয়াছে মাত্র। ফেরিক সালফেটকে সংকেত লেখা হয়  $Fe_2(SO_4)_3$ । যদি  $Fe_2SO_4$  লেখা হইত তাহাতে অর্থের কোন প্রতিক্রম হইত না। কিন্তু ফেরিক সালফেট সালফিউরিক অ্যাসিডের সঙ্গে বুঝাইবার জন্য  $Fe_2(SO_4)_3$  এইভাবে উল্লিখিত লেখা হয়। অতএব, মৌলিক এবং যৌগিক পদার্থের অণুর চৈতন্য প্রকাশকেই সংকেত বলা যাবে।

৫-৩। সমীকরণ (Equation) : পদার্থসমূহকেই যৌগিক বা মৌলিক হইতে হইবার জন্য চিহ্ন ও সংকেতের সাহায্যে যে কোন পদার্থ প্রকাশ করা হয়। যখনই কোন রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয়, তখনই কোন না কোন পদার্থ ভাঙা গঠন করিয়া নূন বস্তুতে পরিণত হয়। অতএব যাহারা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে এবং যে সকল পদার্থ নূতন গঠিত হয়, তাহাদের সকলকেই চিহ্ন ও সংকেতের সাহায্যে বুঝান যাইতে পারে। যাহারা রাসায়নিক পরিবর্তনে অংশ নেয় তাহাদিগকে বামদিকে এবং যে সমস্ত নূতন ফলস্বরূপ পাওয়া যায় (Resultants) তাহাদিগকে ডানদিকে লিখিয়া, মাঝখানে একটি সমীকরণ চিহ্ন দিয়া রাসায়নিক বিক্রিয়া প্রকাশ করাই রীতি; যেমন, জিঙ্ক (Zinc) সালফিউরিক অ্যাসিড সহযোগে জিঙ্ক সালফেট এবং হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়াটি প্রকাশ করিতে আমরা লিখিতে পারি—



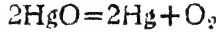
চিহ্ন ও সংকেত দ্বারা ইহার প্রকাশ হইবে—



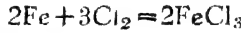
[পদার্থের মধ্যবর্তী + যোগ চিহ্ন “এবং” বুঝায়; সমীকরণ চিহ্নের অর্থ “রাসায়নিক বিক্রিয়া দ্বারা”]

অর্থাৎ, জিঙ্ক এবং সালফিউরিক অ্যাসিড রাসায়নিক বিক্রিয়ার দ্বারা জিঙ্ক সালফেট এবং হাইড্রোজেনে পরিণত হইয়াছে।

চিহ্ন ও সংকেতের সাহায্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া প্রকাশ করার পদ্ধতিকে “সমীকরণ” বলে।



উল্লিখিত এই সমীকরণ হইতে বুঝা যায়, মারকিউরিক অক্সাইড রাসায়নিক পরিবর্তনে আরকারি (পারদ) এবং অক্সিজেনে রূপান্তরিত হইয়াছে। ইহা হইতে আরও বুঝা যায় যে দুইটি মারকিউরিক অক্সাইড অণু হইতে দুইটি আরকারি অণু এবং একটি অক্সিজেন অণু পাওয়া যায়। সুতরাং, সমীকরণ হইতে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় শুধু যে বিভিন্ন জিনিস পাওয়া যায় তাহাই নহে, তাহাদের পরিমাণেরও আভাস পাওয়া যায়।



অর্থাৎ দুইটি লৌহ অণু তিনটি ক্লোরিন অণুর সহিত রাসায়নিক সংযোগে দুইটি ফেরিক ক্লোরাইড অণু গঠন করে।

রাসায়নিক সমীকরণে বীজগণিতের সাধারণ নিয়মগুলিও প্রযোজ্য। সমীকরণটির ডানদিকে ও বামদিকে যে কোন প্রকার পরমাণুর মোট সংখ্যা সমান হইতে হইবে। উল্লিখিত সমীকরণে উভয়দিকে ফেরিন পরমাণুর মোট সংখ্যা ত্রয় এবং লৌহ পরমাণুর সংখ্যা দুই। প্রত্যেক সমীকরণেই এই নিয়ম পাটিবে। ডালটনের পরমাণুবাদ এবং জডের নিত্যতাবাদ হইতে আমরা জানি, পরমাণুর ক্ষয় নাই। বস্তুর রূপান্তরে কেবলমাত্র তাহাদের অবস্থিতির পরিবর্তন ঘটে। সুতরাং রাসায়নিক বিক্রিয়াতে পরমাণুর সংখ্যা যে একই থাকিবে তাহা সুনিশ্চিত।

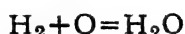
রাসায়নিক সমীকরণ গঠনকালে কয়েকটি নিয়ম মানিয়া চলিতে হয়।

(ক) যে সমস্ত পদার্থ বিক্রিয়াতে অংশ গ্রহণ করে এবং যে সকল বস্তু উৎপন্ন হয় তাহাদের সবগুলি জানা প্রয়োজন এবং তাহাদের প্রত্যেকটির চিহ্ন বা সংকেত জানিতে হইবে।

(খ) সমীকরণ প্রকাশ করিতে প্রত্যেকটি বস্তুকে উহার অণুর সংকেত দ্বারা গ্রহণ করিতে হইবে। পরমাণু গ্রহণ করিলে চলিবে না।

(গ) সমীকরণ চিহ্নের উভয় দিকে যে কোন প্রকারের পরমাণুর (অণুর মধ্যস্থিত) সংখ্যা এক হওয়া প্রয়োজন। এইজন্য প্রয়োজনানুসারে বিভিন্ন পদার্থের বিভিন্ন সংখ্যক অণুর সমাবেশ করিতে হইবে।

যেমন হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের সংযোগে জলের উৎপত্তি। ইহা প্রকাশ করিতে আমরা লিখিতে পারি—

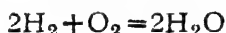


ইহাতে রাসায়নিক বিক্রিয়াটি বুঝা যায় বটে, কিন্তু ইহা নিয়মানুগত নহে। কারণ, এইখানে অক্সিজেনকে অণুর সন্ধেত দ্বারা প্রকাশ করা হয় নাই। পরমাণুর-সাহায্যে প্রকাশ করা হইয়াছে।



এইবারে সবগুলি বস্তুই নিজ নিজ অণুতে লেখা হইয়াছে সত্য কিন্তু সমীকরণটি নিতুল নহে। কেন না, দুইদিকে হাইড্রোজেন পরমাণুর সমষ্টি এক নহে।

এই রাসায়নিক বিক্রিয়াটির সঙ্গত সমীকরণ হইবে—



ইহাতে সমীকরণ-পদ্ধতির সব নিয়মই প্রতিপালিত হইয়াছে।

সমীকরণ হইতে রাসায়নিক পরিবর্তন জানা যায় সত্য, কিন্তু কি অবস্থায় বা কত সময়ে বিক্রিয়াটি সম্পন্ন হয়, তাহা নির্ধারণ করা সম্ভব নয়।

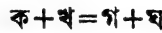
## ষষ্ঠ অধ্যায়

### রাসায়নিক সংযোগ-বিধিসমূহ

রাসায়নিক সংযোগের সময় যে-কোন পরিমাণ একটি মৌলিক পদার্থ যে-কোন পরিমাণ অপর একটি মৌলিক পদার্থের সঙ্গে মিলিত হইতে পারে না। পরিমাণ-বিষয়ে রাসায়নিক সংযোগসমূহ কতকগুলি নিয়ম মানিয়া চলে। বিজ্ঞানীরা পরীক্ষা দ্বারা এই নিয়মসমূহের সত্যতা নির্ণয় করিয়াছেন এবং কখনও

ইহাদের কোন ব্যতিক্রম লক্ষ্য করেন নাই। এই নিয়মগুলিকে রাসায়নিক সংযোগবিধি বা সূত্র (Laws of Chemical Combination) বলা হয়।

জড়ের নিত্যতাবাদে আমরা দেখিয়াছি যে কোন রকম পরিবর্তনে পদার্থ-গুলির মোট ভরের কোন হ্রাস-বৃদ্ধি হইতে পারে না, বস্তু অবিনশ্বর। এইটিকে আমরা রাসায়নিক সংযোগ-বিধিসমূহের প্রধান সূত্র বলিতে পারি। ‘ক’ এবং ‘খ’ নামক দুইটি পদার্থ রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে যদি ‘গ’ এবং ‘ঘ’ নামক পদার্থে পরিণত হয়, অর্থাৎ যদি



হয়, তাহা হইলে ক এবং খ-এর মোট ওজনকে গ এবং ঘ-এর ওজনের সমান হইতেই হইবে।

ইহা ব্যতীত আমরা এখানে আরও তিনটি সূত্রের আলোচনা করিব।

### ৬-১। স্থিরানুপাত সূত্র (Law of Constant Proportions) :

যে কোন যৌগিক পদার্থ সর্বদাই নির্দিষ্ট মৌলিক পদার্থসমূহের দ্বারা গঠিত এবং সেই যৌগিক পদার্থে মৌলিক উপাদানগুলির ওজনের অনুপাত সর্বদা একই হইবে।

একটি যৌগিক পদার্থ যে কোন উপায়েই প্রস্তুত হউক না কেন, উহাতে সর্বদাই একই মৌলিক পদার্থের সমাবেশ দেখা যাইবে। উপরন্তু, এই মৌলিক পদার্থগুলির যে সমস্ত ওজন রাসায়নিক মিলনে অংশ গ্রহণ করিবে, তাহাদের অনুপাতের কখনও পরিবর্তন হইবে না, সর্বদা একই থাকিবে। যেমন, বিভিন্ন উপায়ে জল প্রস্তুত করা সম্ভব। দেশ-কাল-পাত্রভেদে যখনই যে অবস্থাতে জল লওয়া যাউক না কেন, দেখা যাইবে যে উহা দুইটি মৌলিক পদার্থ হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের সংযোগে গঠিত। আবার, যেখানে যে অবস্থাতেই জল বিশ্লেষণ করা হয়, সেখানেই দেখা যায় যে ৮ ভাগ অক্সিজেন (ওজনে) ১ ভাগ হাইড্রোজেনের সঙ্গে সংযোজিত আছে। অর্থাৎ, জলে সব সময়েই হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন ১ : ৮ এই ওজন-অনুপাতে বর্তমান। অবশ্য ইহা হইতে একথা বুঝায় না যে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন অথবা কোন ওজনের অনুপাতে, মিলিত হইতে পারে না। বস্তুতঃ, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন ১ : ১৬ ওজনের এই অনুপাতেও সংযুক্ত হইয়া থাকে। কিন্তু এই প্রকার সংহতিতে জল হয় না। যখন একই

মৌলিক পদার্থসমূহ বিভিন্ন ওজনের অম্লপাত সংযুক্ত হয় তখন তাহারা বিভিন্ন যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি করে। একই যৌগিক পদার্থে মৌলিক উপাদানগুলির ওজনের অম্লপাতের তারতম্য কখনও হইতে পারে না। অল্প যে-কোন যৌগিক পদার্থেও তাহার মৌলিক পদার্থসমূহের ওজনের অম্লপাতটি নির্দিষ্ট। যেমন, চিনিতে সর্বদাই কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অম্লপাত যথাক্রমে ৭২ ১১ ৮৮।

অতএব, যৌগিক পদার্থমাত্রই নির্দিষ্ট মৌলিক পদার্থের নির্দিষ্ট ওজনের অম্লপাতে গঠিত। ইহাকেই **স্থিরানুপাত সূত্র** বলে।

এই সূত্রটির সম্বন্ধে বহুরকম পরীক্ষা হইয়াছে। স্টাস (Stas) বিভিন্ন উপায়ে সিলভার ক্লোরাইড ( $\text{AgCl}$ ) তৈয়ারী করিয়া উহাদিগকে বিশ্লেষণ করিয়া দেখাইয়াছেন যে সিলভার ও ক্লোরিনের ওজনের অম্লপাত সর্বদাই এক। এই রকম আরও শত শত পরীক্ষা দ্বারা স্থিরানুপাত সূত্রের সত্যতা নিঃসন্দেহে প্রমাণ করা হইয়াছে।

ডালটনের পরমাণুবাদ হইতেও আমরা স্থিরানুপাত সূত্রে পৌঁছাইতে পারি।

ধর, 'ক' এবং 'খ' দুইটি মৌলিক পদার্থের সংযোগে 'গ' নামক যৌগিক পদার্থটি গঠিত। পরমাণুবাদ অনুসারে 'গ' পদার্থের অণুগুলি 'ক' এবং 'খ'-এর পরমাণুর সমাবেশে সৃষ্ট। ধর, পাঁচটি 'ক' পরমাণু ও তিনটি 'খ' পরমাণু মিলিয়া 'গ'-এর অণু গঠন করিয়াছে। মনে কর, 'ক'-এর পরমাণুর ওজন =  $x$  gms, 'খ'-এর পরমাণুর ওজন =  $y$  gms; তাহা হইলে 'গ'-এর প্রতিটি অণুতে  $5x$  gms 'ক' এবং  $3y$  gms 'খ' বর্তমান। অর্থাৎ, তাহাদের ওজনের অম্লপাত  $5x : 3y$ । যে কোন পরিমাণ 'গ' উহার অণুর সমষ্টি মাত্র, এবং অণুগুলি সবতোভাবে সদৃশ। অতএব যে কোন  $n$ -সংখ্যক অণুতে 'ক' এবং 'খ'-এর পরিমাণের অম্লপাত হইবে  $5nx : 3ny = 5x : 3y$  অর্থাৎ অম্লপাতটি নির্দিষ্টই হইবে। ইহাই স্থিরানুপাত সূত্র।

**৬২। গুণানুপাত সূত্র (Law of Multiple Proportions):**  
একটি মৌলিক পদার্থ যখন অপর একটি মৌলিক পদার্থের সঙ্গে যুক্ত হইয়া দুই বা ততোধিক যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি করে তখন বিভিন্ন যৌগিক পদার্থে

মৌলিক পদার্থগুলির ওজনের অনুপাত বিভিন্ন হয়। উহাদের একটি মৌলিক পদার্থের নির্দিষ্ট পরিমাণের সঙ্গে অপরটির যে বিভিন্ন ওজন সংযুক্ত হয়, সেই বিভিন্ন ওজনগুলির মধ্যে একটি সরল অনুপাত সর্বদাই পরিদৃষ্ট হয়।

মনে কর, ‘ক’ ও ‘খ’ মৌলিক পদার্থ দুইটি হইতে ‘গ’ এবং ‘ঘ’ দুইটি যৌগিক পদার্থ পাওয়া যায়। হিরাভূপাত নিয়মামুসারে ‘গ’ যৌগিক পদার্থে ‘ক’ ও ‘খ’-এর ওজনের একটি নির্দিষ্ট অনুপাত আছে। সেই রকম ‘ঘ’ যৌগিক পদার্থেও উহাদের একটি নির্দিষ্ট অনুপাত আছে। অতএব, নির্দিষ্ট পরিমাণ ‘ক’-এর সঙ্গে দুই ক্ষেত্রে বিভিন্ন পরিমাণ ‘খ’ যুক্ত হইয়াছে। ‘খ’-এর এই বিভিন্ন ওজনগুলি যদ্বচ্ছ হইতে পারে না; এই ওজনগুলির ভিতর একটি সরল অনুপাত থাকিবে। “সরল অনুপাত” বলিতে সাধারণতঃ ক্ষুদ্র পূর্ণ সংখ্যার অনুপাত বুঝায়। ক্ষুদ্র রাশিগুলি ১০-এর নীচে হওয়া বাঞ্ছনীয়। ১ : ১, ১ : ২, ৩ : ৪, ৫ : ৭ ইত্যাদিকে সরল অনুপাত মনে করা হয় ৩ : ৫, ৫ : ৮ অথবা ১৫ : ১৩ এই প্রকার অনুপাতকে সরল অনুপাত বলা হয় না।

এখন দুই একটি বাস্তব উদাহরণ লওয়া যাউক।

(ক) হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন এই দুইটি মৌলিক উপাদানের সমন্বয়ে দুইটি যৌগিক পদার্থ পাওয়া যায়—জল এবং হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড। এই দুইটি পদার্থে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত নিম্নরূপ :—

যৌগিক পদার্থ

ওজনের অনুপাত

	হাইড্রোজেন	অক্সিজেন	হাইড্রোজেন	অক্সিজেন
১। জল	১	: ৮	অথবা	২ : ১৬
২। হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড	১	: ১৬		১ : ১৬

অতএব নির্দিষ্ট পরিমাণ হাইড্রোজেনের ( ১ ভাগ ) সঙ্গে যে বিভিন্ন পরিমাণের অক্সিজেন যুক্ত হইতে পারে তাহার অনুপাত ৮ : ১৬ অর্থাৎ ১ : ২। ইহা একটি সরল অনুপাত। অথবা, বলিতে পারা যায়, নির্দিষ্ট পরিমাণ অক্সিজেনের সঙ্গে ( ১৬ ভাগ ) যে বিভিন্ন পরিমাণের হাইড্রোজেন যুক্ত হয় তাহার অনুপাত ২ : ১।



(খ) পারদ ও ক্লোরিনের সহযোগে দুইটি যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয়—  
মারকিউরাস ক্লোরাইড এবং মারকিউরিক ক্লোরাইড। এই দুইটি পদার্থে  
মৌলিক উপাদানগুলির অনুপাত নিম্নে দেওয়া গেল :—

## যৌগিক পদার্থ

## ওজনের অনুপাত

পারদ : ক্লোরিন

পারদ : ক্লোরিন

১। মারকিউরাস ক্লোরাইড	২০০.৬ : ৩৫.৫	অথবা	২০০.৬ : ৩৫.৫
২। মারকিউরিক ক্লোরাইড	২০০.৬ : ৭১		১০০.৩ : ৩৫.৫

অতএব নির্দিষ্ট পরিমাণ পারদের সঙ্গে (২০০.৬ ভাগ) যে বিভিন্ন পরিমাণ  
ক্লোরিন যুক্ত হয় তাহার অনুপাত ৩৫.৫ : ৭১ অর্থাৎ ১ : ২। ইহাও সরল  
অনুপাত।

পক্ষান্তরে, নির্দিষ্ট পরিমাণ ক্লোরিনের সঙ্গে (৩৫.৫ ভাগ) যে বিভিন্ন  
পরিমাণ পারদ যুক্ত হইয়াছে তাহার অনুপাত ২০০.৬ : ১০০.৩ অর্থাৎ ২ : ১।  
ইহাও সরল অনুপাত।

(গ) লৌহ এবং অক্সিজেনের বিক্রিয়াতে তিনটি যৌগিক পদার্থ পাওয়া  
গিয়াছে। ফেরাস, ফেরিক, এবং ফেরোসোফেরিক অক্সাইড। বিশ্লেষণে  
উহাদের উপাদানগুলির অনুপাত এইরূপ জানা গিয়াছে :—

## যৌগিক পদার্থ

## ওজনের অনুপাত

লৌহ : অক্সিজেন

লৌহ : অক্সিজেন

১। ফেরাস অক্সাইড	৫৬ : ১৬	অর্থাৎ	৫৬ : ১৬
২। ফেরিক অক্সাইড	১১২ : ৪৮		৫৬ : ২৪
৩। ফেরোসোফেরিক অক্সাইড	১৬৮ : ৬৪		৫৬ :

অতএব, নির্দিষ্ট পরিমাণ লৌহের (৫৬ ভাগ) সঙ্গে বিভিন্ন ওজনের অক্সি-  
জেনের অনুপাত ১৬ : ২৪ : ৩২ অর্থাৎ ৬ : ৯ : ৮। ইহাও সরল অনুপাত।  
এই রকম আরও বহু উদাহরণ দেওয়া যাইতে পারে।

অতএব দেখা যাইতেছে যে “বিভিন্ন ওজনের একটি মৌলিক পদার্থ যদি  
নির্দিষ্ট ওজনের অপর একটি মৌলিক পদার্থের সহিত যুক্ত হইয়া বিভিন্ন

যৌগিক পদার্থ গঠন করে, তাহা হইলে প্রথম মৌলিক পদার্থের বিভিন্ন ওজনগুলি একটি সরল অনুপাতে থাকে।” ইহাকেই গুণানুপাত সূত্র বলা হয়।

গুণানুপাত সূত্রটি ডালটনের পরমাণুবাদ হইতে সমর্থন করা যাইতে পারে।

মনে কর, ‘A’ এবং ‘B’ দুইটি মৌলিক পদার্থ এবং উহাদের পরমাণুর ওজন যথাক্রমে  $x$  gms এবং  $y$  gms। ‘A’ এবং ‘B’-এর সংযোগে যদি দুইটি যৌগপদার্থের সৃষ্টি হয় তবে উহাদের অণুগুলি ডালটনবাদ অনুসারে ‘A’ এবং ‘B’-এর পরমাণুর সমাবেশে হইয়াছে। মনে কর, প্রথম পদার্থের অণুতে একটি ‘A’ এবং একটি ‘B’ পরমাণু আছে এবং দ্বিতীয় পদার্থের অণুগুলি দুইটি ‘A’ এবং তিনটি ‘B’ পরমাণু দ্বারা গঠিত। অতএব উহাদের সংকেত হইবে AB এবং  $A_2B_3$ । এখন—

প্রথম পদার্থে  $x$  gms A এবং  $y$  gms B সম্মিলিত আছে। উহাদের ওজনের অনুপাত  $x : y$ । দ্বিতীয় পদার্থে  $2x$  gms ‘A’ এবং  $3y$  gms ‘B’ সম্মিলিত আছে। তাহাদের ওজনের অনুপাত  $2x : 3y$  অথবা  $x : \frac{3}{2}y$ ।

অতএব যে অনুপাতে বিভিন্ন পরিমাণ ‘B’,  $x$  gms ‘A’-এর সঙ্গে সংযুক্ত হইয়াছে, তাহা হইবে  $y : \frac{3}{2}y$  অর্থাৎ  $২ : ৩$ । ইহা একটি সরলানুপাত। অতএব ডালটনবাদের সাহায্যে গুণানুপাত-সূত্র প্রমাণিত হইল।

৬-৩। **নিখোনুপাত সূত্র (Law of Reciprocal Proportions)** : একটি মৌলিক পদার্থ অপর দুইটি মৌলিক পদার্থের সঙ্গে পৃথকভাবে সংযুক্ত হইয়া বিভিন্ন যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি করিতে পারে। প্রথম মৌলিক পদার্থের এক নির্দিষ্ট ওজনের সঙ্গে শেষোক্ত মৌলিক পদার্থ দুইটির বিভিন্ন ওজন মিলিত হইবে। যদি এই মৌলিক পদার্থ দুইটি নিজেরা কোন যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে, তবে তাহারা একে অণুর সহিত যে ওজনে মিলিত হইবে, সেই ওজনগুলি পূর্বোক্ত বিভিন্ন ওজনের সমান অথবা ঐ ওজনগুলির সরল গুণিতক হইবে।

ধরা যাউক, ‘ক’ মৌলিক পদার্থটি ‘খ’ এবং ‘গ’ মৌলিক পদার্থের সঙ্গে দুইটি পৃথক যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত করিতে পারে। যাহাতে কোন নির্দিষ্ট

পরিমাণ 'ক'-এর সঙ্গে 'a' gms 'খ' এবং 'b' gms 'গ' পৃথকভাবে মিলিত আছে। এখন, 'খ' ও 'গ' মিলিয়া যদি একটি যৌগিক পদার্থ তৈয়ারী করে তবে 'a' gms 'খ' 'b' gms 'গ'-এর সঙ্গে যুক্ত হইবে; অথবা 'a' gms-এর কোন সরল গুণিতক 'b' gms-এর কোন সরল গুণিতকের সহিত মিলিত হইবে।

**উদাহরণ :** (ক) হাইড্রোজেন পৃথকভাবে কার্বন ও অক্সিজেনের সঙ্গে সংযুক্ত হইয়া মিথেন ও জল সৃষ্টি করে। উহাদের উপাদানের ওজনের অনুপাত :

মিথেন—কার্বন : হাইড্রোজেন = ৩ : ১

জল—অক্সিজেন : হাইড্রোজেন = ৮ : ১

আবার কার্বন ও অক্সিজেন যখন নিজেদের ভিতর সংযুক্ত হয় উহাতে উপাদানের অনুপাত থাকে—

কার্বন ডাই-অক্সাইড—কার্বন : অক্সিজেন = ৩ : ৮

অর্থাৎ যে ওজনে উহারা একভাগ হাইড্রোজেনের সঙ্গে মিলিত হইয়াছিল, সেই ওজনের অনুপাতেই তাহারা নিজেদের মধ্যে সম্মিলিত হইয়াছে।

(খ) কার্বনের সহিত পৃথকভাবে সালফার ও অক্সিজেনের বিক্রিয়ার ফলে কার্বন ডাই-সালফাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। উহাদের উপাদানগুলির ওজনের অনুপাত নিম্নরূপ :—

কার্বন ডাই-সালফাইড—কার্বন : সালফার ৩ : ১৬

কার্বন ডাই-অক্সাইড—কার্বন : অক্সিজেন = ৩ : ৮

সালফার ও অক্সিজেনের সংহতিতে যে যৌগিক পদার্থ সালফার ডাই-অক্সাইড হয়, উহাতে

সালফার : অক্সিজেন = ১ : ১ ( অর্থাৎ ১৬ : ১৬ )

উপরের সূত্র অনুসারে ১৬ ভাগ সালফার, ৮ ভাগ অথবা ৮ ভাগের কোন সরল গুণিতক-পরিমাণ অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হইতে পারে। বস্তুতঃ, দেখা গেল যে ১৬ ভাগ সালফার ৮ ভাগ অক্সিজেনের দুই গুণিতকের সহিত যুক্ত হইয়াছে। সুতরাং সূত্রটি প্রমাণিত হইল।

অতএব আমরা বলিতে পারি, “যে বিভিন্ন ওজনে দুইটি মৌলিক পদার্থ তৃতীয় একটি মৌলিক পদার্থের নির্দিষ্ট ওজনের সঙ্গে পৃথকভাবে সংযুক্ত হয়,

কেবলমাত্র সেই বিভিন্ন ওজনেই অথবা ঐ সকল ওজনের সরল গুণিতকের অনুপাতেই তাহারা নিজেদের ভিতর মিলিত হইয়া বৌগিক পদার্থ সৃষ্টি করিতে পারে।” ইহাকেই মিথোমুপাত সূত্র বলা হয়।

ডালটনের পরমাণু বাদ ও মিথোমুপাত সূত্র : মনে কর ‘A’ মৌলিক পদার্থের একটি পরমাণু পৃথকভাবে ‘B’ ও ‘C’ মৌলিক পদার্থের একটি করিয়া পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হইয়া AB এবং AC (সঙ্কেত) বৌগিক পদার্থদ্বয়ের সৃষ্টি করে। ‘B’-এর পরমাণুর ওজন যদি  $x$  gms এবং ‘C’-এর পরমাণুর ওজন  $y$  gms হয়, তাহা হইলে  $x$  gms ‘B’ এবং  $y$  gms ‘C’ নির্দিষ্ট পরিমাণ ‘A’-র সঙ্গে মিলিত আছে।

মনে কর, B এবং C যখন সংযুক্ত হয় তখন দুইটি ‘B’ পরমাণুর সহিত তিনটি ‘C’ পরমাণুর মিলন ঘটে ( $B_2C_3$ ), অর্থাৎ  $2x$  gms ‘B’ এবং  $3y$  gms ‘C’ সংযুক্ত হয়। অতএব যে যে ওজনে B এবং C নির্দিষ্ট পরিমাণ ‘A’-র সহিত যুক্ত হয় যথাক্রমে তাহার দুই এবং তিন গুণিতকে নিজেরা মিলিত হইয়াছে। ইহাই মিথোমুপাত সূত্র।

### অনুশীলনী

১। শুণামুপাত সূত্রটি বুঝাইয়া দাও। একটি ধাতুর দুইটি অক্সাইড আছে। এই অক্সাইড-দ্বয়ের প্রতি গ্রাম হইতে যথাক্রমে ০.৭২৮ এবং ০.৮৮৮ গ্রাম ধাতু পাওয়া যায়। ইহা হইতে শুণামুপাত সূত্রের যথার্থ্য প্রমাণ কর। (কলিকাতা, ১৯২১)

২। শুণামুপাত সূত্রটি লেখ। অন্ততঃ দুইটি উদাহরণের সাহায্যে সূত্রটির ব্যাখ্যা কর। ডালটনের পরমাণুবাদের সাহায্যে কি ভাবে এই সূত্রটিতে উপনীত হওয়া সম্ভব দেখাইয়া দাও।

একটি ধাতুর দুইটি অক্সাইডে যথাক্রমে শতকরা ২৭.৬ এবং ৩০.০ ভাগ অক্সিজেন আছে। প্রথমটির সঙ্কেত  $M_2O_3$  হইলে দ্বিতীয়টির সঙ্কেত কি হইবে? (কলিকাতা, ১৯১০)

৩। সীসকের তিনটি অক্সাইডে সীসক ও অক্সিজেনের পরিমাণ নিম্নে দেওয়া হইল :—

সীসক	অক্সিজেন
(১) ৯২.৮৫%	৭.১৫%
(২) ৯০.৬৩%	৯.৩৭%
(৩) ৮৬.৫১%	১৩.৪৯%

এই পরিমাণসমূহ শুণামুপাত সূত্রসম্মত, প্রমাণ কর।

(বারাণসী, ১৯০০)

৪। নিম্নলিখিত পরীক্ষার ফলসমূহ হইতে কোন রাসায়নিক সংযোগ-সূত্রটির প্রমাণ পাওয়া যায়? সেই সূত্রটি বর্ণনা কর।

(ক) ০.৪৬ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম হইতে ০.৭৭ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড পাওয়া যায়।

(খ) ০.৮২ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অ্যাসিড হইতে প্রমাণ অবস্থায় ৭৬০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন উৎপাদন করে।

(গ) ১.১২ গ্রাম অক্সিজেনের সহিত হাইড্রোজেন মিলিত হইলে ১.২৬ গ্রাম জল উৎপন্ন হয়।

(এলাহাবাদ, ১৯৩০)

৫। উপযুক্ত দৃষ্টান্তসহ রাসায়নিক সংযোগস্থলগুলি ব্যাখ্যা করিয়া বুঝাইয়া দাও। পরমাণুবাদের সহিত এই স্তরগুলির সম্পর্কও বুঝাইয়া দাও। (কলিকাতা, ১৯১১, '৩১, '৩৩, '৪৪)

৬। ডালটনের পরমাণুবাদ দ্বারা কি বুঝায়? এই পরমাণুবাদের সহিত মিথোস্থাপাত ও গুণাণুপাত স্তরে দুইটির সময় কি করিয়া সম্ভব উদাহরণের সাহায্যে তাহা বুঝাইয়া দাও।

৭। কার্বন ডাই-অক্সাইড ও কার্বন মনোক্সাইড উভয়েই কার্বন ও অক্সিজেনের যৌগিক পদার্থ। উহাদের ভিতর কার্বনের পরিমাণ যথাক্রমে ২৭% এবং ৪৩%। এই পরিমাণ কি গুণাণুপাত স্তরসম্মত?

৮। সালফার ডাই-অক্সাইড অণুতে একটি সালফার ও দুইটি অক্সিজেন অণু আছে। এই যোগে শতকরা ৫০ ভাগ সালফার। সালফার ও অক্সিজেনের পরমাণুর ওজনের অনুপাত কি হইবে?

## সপ্তম অধ্যায়

### গ্যাসীয় পদার্থের অবস্থাগত ধর্ম

৭-১। গ্যাসীয় পদার্থ : পদার্থ তিন রকম অবস্থায় থাকিতে পারে—কঠিন, তরল এবং গ্যাসীয়। গ্যাসীয় বস্তুগুলির অবস্থাজনিত ধর্মের কিছু বৈশিষ্ট্য আছে। এই বৈশিষ্ট্যগুলির সঙ্গে পরিচয় না থাকিলে বায়বীয় পদার্থের পরিবর্তন সম্যক বুঝা যায় না। উহাদের প্রধান বিশেষত্ব :

(১) গ্যাসীয় পদার্থের কোন আকার বা আয়তন নাই। উহারা যে পাত্রে থাকিলে তাহার সমস্ত স্থান জড়িয়া থাকিবে।

(২) একটি পাত্রে গ্যাস রাখিয়া তাহার উপর চাপ বৃদ্ধি করিলে গ্যাসের আয়তন কমিয়া যায়, আবার চাপ সরাইয়া লইলে উহা পূর্ব আয়তনে ফিরিয়া আসে। অর্থাৎ গ্যাসীয় পদার্থ সঙ্কোচনশীল, অথবা উহাদের স্থিতিস্থাপকতা (Volume- Elasticity) আছে।

(৩) দুই বা ততোধিক যে কোন গ্যাস একত্রিত হইলে মিশ্রণটি সমসত্ত্ব হয়। সমস্ত গ্যাস সমানভাবে মিশিতে পারে।

(৪) গ্যাসীয় পদার্থগুলিও জড় পদার্থ; সুতরাং উহাদের ওজন আছে।

(৫) প্রত্যেক গ্যাসীয় পদার্থের যে কোন অবস্থায় একটি চাপ আছে। যে পাত্রে উহা থাকিবে তাহার উপর উহারা এই চাপ (Pressure) দেয়। পদার্থবিদগণ বাগ্‌ডেবার্গ অর্ধগোলক এবং আরও অসংখ্য পরীক্ষা দ্বারা বাতাসের চাপ প্রমাণ করিয়াছেন।

আমাদের চতুর্দিকে পৃথিবীর আবরণ হিসাবে যে বায়ুমণ্ডলী আছে, তাহাও গ্যাসীয় পদার্থ; সুতরাং উহারও চাপ আছে। বায়ুমণ্ডলীর এই চাপ বা প্রেস্‌চ, টরিসেলী খুব স্বন্দরভাবে দেখাইয়াছেন।

**টরিসেলীর পরীক্ষা :** প্রায় তিন ফুট লম্বা একটি কাচের নল লও, উহার এক মুখ বন্ধ থাকা প্রয়োজন। উহাকে পারদ দ্বারা পূর্ণ কর এবং খোলা মুখটি বৃদ্ধাঙ্গুর দ্বারা বন্ধ করিয়া দাও। এখন নলটিকে উল্টাইয়া ধরিয়া আর একটি পারদপূর্ণ পাত্রে উহার খোলা মুখটি ডুবাইয়া আঙুলটি সরাইয়া লও। দেখিবে, নলের ভিতর হইতে খানিকটা পারদ নামিয়া যাইবে, কিন্তু উহার অধিকাংশই নলের ভিতরে থাকিবে। পারদের উপর খানিকটা স্থান শূন্য থাকিবে, সেখানে বাতাস মোটেই ঢুকিতে পারে নাই। উহা সম্পূর্ণ রিক্ত। উহাকে ‘টরিসেলী ভ্যাকাম’ বলে। বাহিরের পাত্রে যে পারদ আছে তাহার পৃষ্ঠদেশ হইতে মাপিলে নলের ভিতর পারদের উচ্চতা প্রায় ৩০ ইঞ্চি বা ৭৬ সেন্টিমিটার হইবে। পারদ অত্যন্ত ভারী হওয়া সত্ত্বেও নীচে পড়িয়া যায় না। ইহাতে বুঝা যায় যে বায়ুমণ্ডল পাত্রের পারদের উপর চাপ দিতেছে এবং উহার কলে পারদ নলের ভিতরে উঠিয়া রহিয়াছে। অতএব এই পারদ-স্তম্ভের ওজন ও বায়ুমণ্ডলের চাপ সমান। ইহা হইতে বায়ুমণ্ডলের চাপ নির্ধারণ করা যায়।

এই ভাবে বিভিন্ন স্থানে এবং বিভিন্ন উচ্চতায় পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে ভিন্ন ভিন্ন উচ্চতায় পারদ-স্তম্ভের উচ্চতা বিভিন্ন অর্থাৎ চাপের পরিমাণ বিভিন্ন।  $0^{\circ}\text{C}$  উচ্চতায় বিষুবরেখার নিকট সমুদ্র-সমতলে বায়ুমণ্ডলীর চাপ প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে ৭৬ সেন্টিমিটার উচ্চ পারদ-স্তম্ভের ওজনের সমান; অর্থাৎ,  $1.01 \times 10^6$  ডাইন এবং প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে উক্ত চাপের পরিমাণ ১৫ পাউণ্ড বা প্রায় সাড়ে সাত সের। এই চাপকে প্রমাণ চাপ (Normal pressure) বলে।

চাপের পরিমাণ সাধারণত: ডাইনে প্রকাশ করা হয়। যেমন ৭৬ সেন্টিমিটার পারদের চাপ =  $৭৬ \times ১৩.৬ \times ১০০$  ডাইন।

[ পারদের গুরুত্ব =  $১৩.৬$ , অভিকর্ষাঙ্ক =  $৯৮০$  (acceleration due to gravity) ]

অনেক সময় এই চাপকে 'ডাইনে' প্রকাশ না করিয়া শুধু পারদের উচ্চতা দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যেমন চাপ =  $৬০$  সেন্টিমিটার; ইহা হইতে বুঝিতে হইবে যে প্রতি বর্গ সেন্টিমিটারে চাপটি  $৬০$  সেন্টিমিটার পারদ-স্তম্ভের ওজনের সমান।

যেহেতু বায়ুমণ্ডলের চাপ ৭৬ সেন্টিমিটার পারদ-স্তম্ভের ওজনের সমান, এই চাপকে এক অ্যাটমসফিয়ার (atmosphere) বলে। অতএব কোন গ্যাসের চাপ যদি  $৩২$  সেন্টিমিটার পারদের সমান হয়, তবে তাহাকে ষ্টু অ্যাটমসফিয়ারও বলা যাইতে পারে।

৭-২। বয়েল সূত্র (Boyle's Law): শুধু যে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ আছে তাহা নহে, সমস্ত গ্যাসীয় পদার্থই সব দিকে এই রকম চাপ দিতে পারে। যদি কিছুটা গ্যাস একটি স্তম্ভকে (cylinder) পুরিয়া একটি পিস্টনের সাহায্যে আটকাইয়া রাখা হয় তবে পিস্টনের উপর একটি চাপ দিতেই হইবে। অন্যথায়



চিত্র—৭ক

পিস্টনটি উপরের দিকে চলিয়া যাইবে (চিত্র ৭ক)। এখন পিস্টনের উপরের চাপ যদি 'প' সেন্টিমিটার হয় তবে গ্যাসটির উর্বচাপও নিউটনের সূত্র অনুসারে প সেন্টিমিটারই হইতে হইবে। যদি গ্যাসের চাপ কম হয় তবে পিস্টনটি আরও নামিয়া আসিবে, আর যদি গ্যাসের চাপ প সেন্টিমিটারের বেশী হয়, তবে পিস্টনটি উঠিয়া যাইবে এবং গ্যাসের আয়তন বৃদ্ধি পাইবে। অতএব ইহা স্পষ্টতঃই বুঝা যাইতেছে যে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন উহার চাপের উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ একই পরিমাণ

গ্যাসের আয়তন বিভিন্ন চাপে বিভিন্ন হইবে।

চাপের সহিত গ্যাসের আয়তনের সম্পর্কটি রবার্ট বয়েল প্রথমে আবিষ্কার করেন। ইহাকে বয়েল সূত্র (Boyle's Law) বলে।

নির্দিষ্ট পরিমাণ বায়ব পদার্থকে নির্দিষ্ট উষ্ণতায় রাখিয়া উহার উপর যত বেশী চাপ বৃদ্ধি করা হয়, উহার আয়তন সেই অনুপাতে কমিয়া যায় এবং চাপ

যত কমানো যায় আয়তন সেই অল্পপাতে বাড়িতে থাকে। অর্থাৎ, “নির্দিষ্ট উষ্ণতায় চাপের বৃদ্ধি ও হ্রাসের অল্পপাতে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন যথাক্রমে কমিবে ও বাড়িবে।”

একটি গ্যাসের উপর চাপ যদি দ্বিগুণ করা হয় তবে উহার আয়তন অর্ধেক হইবে; অথবা গ্যাসের উপর চাপ যদি এক-তৃতীয়াংশ করা হয় তবে উহার আয়তন তিনগুণ হইবে।

অঙ্কের সাহায্যে সূত্রটিকে আরও সহজে প্রকাশ করা যাইতে পারে। মনে করা যাউক, কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের চাপ  $P$  এবং আয়তন  $V$ । অতএব উহাদের গুণফল  $= P \times V$ ।

এখন, চাপ অর্ধেক করিলে আয়তন দ্বিগুণ হইবে,

$$\text{অর্থাৎ, নূতন চাপ} = \frac{P}{2}, \text{ আয়তন} = 2V; \text{ গুণফল} = \frac{P}{2} \times 2V = PV$$

অথবা, চাপ তিনগুণ করিলে আয়তন ঠিক অংশ হইবে, সুতরাং নূতন চাপ  $= 3P$ , আয়তন  $= \frac{V}{3}$ , এবং উহাদের গুণফল  $3P \times \frac{V}{3} = PV$ ।

[ অবশ্য চাপ এবং আয়তনের জন্ত একবার যে যে একক গ্রহণ করা যাইবে, সর্বদাই সেই একক রাখিতে হইবে। ]

• অতএব, দেখা যাইতেছে যে চাপ এবং আয়তনের গুণফল নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের জন্ত নির্দিষ্ট। অবশ্য এই চাপ এবং আয়তনের পরিবর্তন করার সময় উৎসাহ অপরিবর্তিত থাকা চাই। ইহা যে কোন গ্যাসের পক্ষে প্রযোজ্য। তাহা হইলে আমরা বলিতে পারি :

$PV = K$  ( নিত্য-সংখ্যা ), অথবা  $PV = P_1 V_1 = P_2 V_2$  ইত্যাদি ( $P_1, P_2, P_3 \dots$  পরিবর্তিত চাপ;  $V_1, V_2, V_3 \dots$  পরিবর্তিত আয়তন। )

$$\therefore P = \frac{K}{V}$$

সুতরাং, “নির্দিষ্ট উষ্ণতায় নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের চাপ উহার আয়তনের বিপরীত অল্পপাতে ( বা ব্যুত অল্পপাতে ) পরিবর্তিত হয়।” ইহাই বয়েল সূত্র।

**উদাহরণ ১।** নির্দিষ্ট উষ্ণতায় ৪০ ঘনায়তন সেন্টিমিটার অক্সিজেনকে প্রমাণ চাপ হইতে

১১৪ সেন্টিমিটার পারদ চাপে নেওয়া হইলে উহার আয়তন কত হইবে ?



গ্যাসের চাপ ছিল = ৭৬ সেন্টিমিটার এবং আয়তন = ৪০ ঘন সেন্টি ; বর্তমান চাপ = ১১৪ সেন্টিমিটার। মনে কর, আয়তন  $V$  হইবে।

অতএব,  $১১৪ \times V = ৭৬ \times ৪০$

$$\text{অথবা } V = \frac{৭৬ \times ৪০}{১১৪} = \frac{৮০}{৩} = ২৬.৬৬ \text{ ঘন সেন্টি। (উত্তর)}$$

[ ঘন সেন্টি = ঘনায়তন সেন্টিমিটার = cubic centimeter ]

**উদাহরণ ২।** ১২০ ঘনায়তন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস চাপ-বৃদ্ধিতে ৪০ ঘনায়তন সেন্টিমিটার হইয়াছে। উহার পূর্বের চাপ ৩৮ সেন্টিমিটার হইলে বর্তমান চাপ কত অ্যাটমসফিয়ার হইবে? উক্ততার কোন পরিবর্তন হয় নাই।

মনে কর, বর্তমান চাপ =  $P$  অ্যাটমসফিয়ার

পূর্ববর্তী চাপ ছিল = ৩৮ সেন্টিমিটার =  $\frac{৩৮}{৭৬} = \frac{১}{২}$  অ্যাটমসফিয়ার।

$$PV = P_1 V_1$$

অতএব  $P \times ৪০ = \frac{১}{২} \times ১২০$   $\therefore P = \frac{১২০}{২ \times ৪০} = \frac{৩}{২}$  অ্যাটমসফিয়ার

= ১.৫ অ্যাটমসফিয়ার। (উত্তর)

**৭-৩। চার্লস সূত্র (Charles' Law) :** তাপ প্রয়োগে সমস্ত জড় পদার্থেরই উষ্ণতা বৃদ্ধি পায় এবং সঙ্গে সঙ্গে আয়তনও প্রসার লাভ করে। ইহা সাধারণ অভিজ্ঞতা। উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে গ্যাসীয় পদার্থের প্রসারণ অত্যন্ত পদার্থ হইতে অনেক বেশী হয়। বলা বাহুল্য, উষ্ণতা কমাইলে গ্যাসীয় পদার্থ সংকুচিত হইয়া আসে।

তাপমাত্রা পরিবর্তনের সঙ্গে বায়বীয় পদার্থের আয়তনের সঙ্কোচন বা প্রসারণের পরিমাণ পরীক্ষা দ্বারা স্থির করা হইয়াছে। বিভিন্ন পরীক্ষার ফলে দুইটি প্রধান সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া গিয়াছে।

(১) নির্দিষ্ট চাপে এবং  $0^\circ$  সেন্টি. উষ্ণতায় নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের একটি আয়তন থাকিবে। প্রতি সেন্টিগ্রেড ডিগ্রী তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে গ্যাসের আয়তন উহার  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেডের আয়তনের হ্রদ অংশ বাড়িয়া বাইবে। এই হ্রদ অংশটিকে আমরা ‘প্রসারক’ (coefficient of expansion) বলিতে পারি।

যদি  $0^\circ$  সেন্টি. কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন  $V_0$  ঘন সেন্টিমিটার হয়, তাহা হইলে

$$১^\circ \text{ সেন্টি. উহার আয়তন হইবে } = V_0 + \frac{V_0}{273} = V_0 \left( 1 + \frac{1}{273} \right) \text{ ঘন সেন্টি.}$$

$$৫^\circ \text{ সেন্টি. উহার আয়তন হইবে } = V_0 + \frac{5}{273} V_0 = V_0 \left( 1 + \frac{5}{273} \right) \text{ ,,}$$

$$\text{অথবা, } - ১০^\circ \text{ সেন্টি. উহার আয়তন হইবে } = V_0 - \frac{10}{273} V_0 = V_0 \left( 1 - \frac{10}{273} \right) \text{ ঘন সেন্টিমিটার।}$$

[অবস্থা এই সমস্ত তাপমাত্রা পরিবর্তনের সময় চাপ অপরিবর্তিত থাকা চাই]

(২) সমস্ত গ্যাসীয় পদার্থ প্রসারণে বা সংকোচনে একই রকম ব্যবহার করে ; অর্থাৎ প্রত্যেক গ্যাসেরই প্রসারাক এক।

এই সমস্ত পরীক্ষা ও সিদ্ধান্তের ফলে চার্লস্ একটি সূত্র আবিষ্কার করেন। ইহাই চার্লস্ সূত্র নামে বিখ্যাত।

“নির্দিষ্ট চাপে, কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন প্রতি সেন্টিগ্রেড ডিগ্রী উষ্ণতার পরিবর্তনে উহার  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেডের আয়তনের হ্রদ অংশ প্রসারিত বা সংকুচিত হয়।”

৭-৪। চাপের সূত্র (Law of Pressures) : কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসকে নির্দিষ্ট আয়তনে রাখিয়া যদি উহার উষ্ণতা পরিবর্তন করা হয়, তবে উহার চাপও পরিবর্তিত হইবে। উষ্ণতা পরিবর্তনের সহিত চাপ পরিবর্তনের নিয়মটি নিম্নরূপ :—

“নির্দিষ্ট আয়তনে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের চাপ প্রতি সেন্টিগ্রেড ডিগ্রী উষ্ণতা বৃদ্ধির সহিত উহার  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতার চাপের হ্রদ অংশ বৃদ্ধি পায়, অর্থাৎ চাপ-প্রসারাকও হ্রদিত।” গ্যাসের চাপ-প্রসারাক ও আয়তন-প্রসারাক উভয়ই হ্রদিত।

কোন নির্দিষ্ট আয়তনে  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের চাপ যদি  $P_0$  হয়, তাহা হইলে

$$১^\circ \text{ সেন্টিগ্রেডে উহার চাপ হইবে } = P_0 + \frac{1}{273} P_0 = P_0 \left( 1 + \frac{1}{273} \right)$$

$$৫^\circ \text{ সেন্টিগ্রেডে উহার চাপ হইবে } = P_0 + \frac{5}{273} P_0 = P_0 \left( 1 + \frac{5}{273} \right)$$

$$- ৩০^\circ \text{ ,, ,, ,, ,, } = P_0 - \frac{30}{273} P_0 = P_0 \left( 1 - \frac{30}{273} \right)$$

৭৫। পরম শূন্য এবং পরম উষ্ণতা (Absolute zero and Absolute temperature): একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেডে যদি  $V_0$  হয় এবং চাপ না বদলাইয়া উহার উষ্ণতা যদি  $273^\circ$  কমাইয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে উহার আয়তন হইবে

$$V_0 \left( 1 - \frac{273}{273} \right) = 0 \text{ ঘন সেন্টিমিটার;}$$

অর্থাৎ, উহার আয়তন লোপ পাইবে। স্পষ্টতঃই বুঝা যাইতেছে, যে কোন পরিমাণ গ্যাসীয় পদার্থ  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেড হইতে  $-273^\circ$  সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত শীতল করিলে উহার কোন আয়তন থাকিবে না। যে উষ্ণতার আয়তন লোপ পায় তাহাকে “পরমশূন্য” (Absolute zero) বলা হয়। এই পরম শূন্য হইতে যদি সেন্টিগ্রেড ডিগ্রী অনুসারে তাপমাত্রা মাপা যায় তবে উহাকে উষ্ণতার পরম মাত্রা (Absolute scale) বলা যায়। এই হিসাবে  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেড হইবে  $273^\circ$  পরম উষ্ণতা (Absolute temperature) এবং  $30^\circ$  সেন্টিগ্রেড হইবে  $(273^\circ + 30^\circ) = 303^\circ$  পরম উষ্ণতা। অথবা  $t^\circ$  সেন্টিগ্রেড হইবে  $(273 + t)$  পরম উষ্ণতা।  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেড অথবা  $273^\circ$  পরম উষ্ণতাকে প্রমাণ উষ্ণতা (normal temperature) বলা হয়, যেমন ৭৬ সেন্টিমিটার চাপকে প্রমাণ চাপ বলে।

চাল্‌স্‌ সূত্র অনুসারে আমরা দেখিয়াছি  $t^\circ$  সেন্টিগ্রেডে গ্যাসের আয়তন যদি  $V_t$  হয় তাহা হইলে (নির্দিষ্ট চাপে)

$$V_t = V_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right) = V_0 \left( \frac{273+t}{273} \right)$$

$$\text{সেই রকম } t_1^\circ \text{ সেন্টিগ্রেডে } V_{t_1} = V_0 \left( \frac{273+t_1}{273} \right)$$

$$\therefore \frac{V_t}{V_{t_1}} = \frac{273+t}{273+t_1} = \frac{T}{T_1}$$

$$(273+t = T \text{ পরম উষ্ণতা, } 273+t_1 = T_1 \text{ পরম উষ্ণতা})$$

অর্থাৎ, “নির্দিষ্ট চাপে নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন পরম উষ্ণতার সঙ্গে সমানুপাতে বাড়িয়া চলে।” ইহা চাল্‌স্‌ সূত্রের প্রত্যক্ষ ফল।

### ৭-৬। বয়েল সূত্র এবং চার্লস সূত্রের সমন্বয়ঃ গ্যাস সমীকরণ—

(ক) বয়েল সূত্রে বলা হইয়াছে, উষ্ণতা অপরিবর্তিত থাকিলে নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন চাপের বিপরীত অস্থাপাতে পরিবর্তিত হইবে।

$$V \propto \frac{1}{P} \quad (T \text{ অপরিবর্তিত থাকিবে।})$$

(খ) চার্লস সূত্র হইতে জানা গিয়াছে, চাপ অপরিবর্তিত থাকিলে নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের আয়তন পরম উষ্ণতার সমানুপাতে পরিবর্তিত হইবে।

$$V \propto T \quad (P \text{ অপরিবর্তিত থাকিবে।})$$

[ $V$ =আয়তন,  $P$ =চাপ,  $T$ =পরম উষ্ণতা]

অকের নিয়মানুসারে এই দুইটি সূত্রে একত্র করিলে দাঁড়ায়—

$$(a) \quad V \propto \frac{1}{P} \quad (b) \quad V \propto T$$

অথবা,  $V \propto \frac{T}{P}$ , অর্থাৎ,  $PT = KT$  ( $K$ =নিত্য সংখ্যা)।

ইহাকে গ্যাস-সমীকরণ বলে।

সুতরাং  $\frac{PV}{T} = K$  ( $P, V, T$  সকলেই পরিবর্তনীয়)।

যদি গ্যাসের দুই অবস্থায় চাপ, আয়তন ও উষ্ণতা যথাক্রমে  $P_1, V_1, T_1$ , এবং  $P_2, V_2, T_2$  হয়, তাহা হইলে  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = K = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ ।

এই সমীকরণটি হইতে চাপ ও উষ্ণতা উভয়ই পরিবর্তিত হইলে আয়তনের পরিবর্তন অনায়াসে বাহির করা যায়।

**উদাহরণ ১।** ৪০০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেনকে যদি প্রমাণ উষ্ণতা ও প্রমাণ চাপ হইতে ২০° সেন্টিগ্রেড এবং ৭২ সেন্টিমিটার চাপে লইয়া যাওয়া হয়, উহার আয়তন কত হইবে?

মনে কর,  $V_2$  উহার পরিবর্তিত আয়তন,

$$\text{আমরা জানি, } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\text{অতএব, } \frac{৭৬ \times ৪০০}{২৭৩} = \frac{৭২ \times V_2}{(২৭৩ + ২০)}$$

$$\text{অর্থাৎ } V_2 = \frac{৭৬ \times ৪০০ \times ২৯৩}{২৭৩ \times ৭২} \text{ ঘন সেন্টি.}$$

$$৪৫৩১ \text{ ঘন সেন্টি.।}$$

**উদাহরণ ২।** একটি বেলুনের ভিতর ১২ সেন্টিগ্রেডে ৭৫৬ মিলিমিটার চাপে ৪৫০ ঘন সেন্টিমিটার বাতাস আছে। এখনো একটি থার্মিগার্ডে লতরা গেলে উহার চাপ হইল ৭৬৭ মিলিমিটার এবং তাপমাত্রা ৭৫ সেন্টিগ্রেড বেলুনের আয়তনের কি পরিবর্তন হইবে?

$$\begin{aligned} \frac{P_1 V_1}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{T_2} & \text{মান ধরা } V_2 &= \text{পারাবা} \\ P_2 &= ৭৬৫ & T_2 &= ২৭৩ + ৭৫ = ৩৬৮ \\ \text{অতএব } V_2 &= \frac{P_1 V_1}{P_2} \times \frac{T_2}{T_1} & P_1 &= ৭৫৬ \\ &= \frac{৭৫৬ \times ৬৫০}{৭৬৫} \times \frac{২৮৫}{২৭৩} & V_1 &= ৪৫০ \\ &= ৪৩৩.৭ \text{ ঘন সেন্টিমিটার।} & T_1 &= ২৭৩ + ১২ = ২৮৫ \end{aligned}$$

সুতরাং বেলুনে ৪৫০ - ৪৩৩.৭ = ১৬.৩ ঘন সেন্টিমিটার ছোট হইয়া য়েবে।

### ৭-৭। ডালটনের অংশপ্রেশ সূত্র (Law of Partial Pressures)

যদি কোন নির্দিষ্ট আয়তনে দুই বা ততোধিক গ্যাসীয় পদার্থ একত্র মিশ্রিত থাকে তবে সেই গ্যাস মিশ্রণের একটি চাপ থাকিবে। আবার সহ মিশ্রণের প্রতিটি উপাদান পৃথক পৃথক হইবে যদি সম্পূর্ণ স্থানটি ভূমি থাকে তবে পরিমাণ অনুযায়ী প্রত্যেকটি গ্যাসের ভিন্ন ভিন্ন এক-একটি চাপ হইবে। বিভিন্ন উপাদানের এই পৃথক চাপসমূহের সমষ্টি তখন গ্যাসের মোট চাপের সমান হইবে। প্রত্যেকের ভিন্ন ভিন্ন চাপকে তাহাদের অংশপ্রেশ বলে।

কোন নির্দিষ্ট আয়তনে যদি  $P_1, P_2, P_3$  ইত্যাদি বিভিন্ন গ্যাসের চাপ হয় এবং একই উষ্ণতায় পূর্ণ আয়তনের উপাদানের মিশ্রণের চাপ যদি  $P$  হয়

$$\text{তবে } P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \text{ হইবে}$$

এই নিয়মটিকেই ডালটনের অংশপ্রেশ সূত্র বলে এবং বিভিন্ন উপাদানের  $P_1, P_2$  এই সকল চাপকে **অংশপ্রেশ (partial pressure)** বলে। বিভিন্ন গ্যাসের এবং মিশ্রণের উষ্ণতা অপরিবর্তিত থাকিতে হইবে।

**উদাহরণ ১।** বায়ুতে মেলহিসাবে একভাগ অক্সিজেন এবং চারিভাগ নাইট্রোজেন মিশ্রিত আছে এবং বায়ুর চাপ ৭৬ সেন্টিমিটার।

অতএব  $P_{N_2}$  যদি নাইট্রোজেনের অংশপ্রেশ হয় এবং  $P_{O_2}$  অক্সিজেনের অংশপ্রেশ হয় তবে  $P_{N_2} - P_{O_2} = ৭৬$  সেন্টি

$$[ \text{ইহাও প্রমাণ করিসম্ভব হইবে যে } P_{O_2} = \frac{1}{4} \times ৭৬ \text{ সেন্টি এবং } P_{N_2} = \frac{3}{4} \times ৭৬ \text{ সেন্টি} ]$$

**উদাহরণ ২।** যনে কব জলের উপর ৩০ ঘনায়তন সেন্টি হাইড্রোজেন সংগৃহীত হইয়াছে। যেহেতু উহা জলের উপরে আছে উহার ভিতর নিশ্চয়ই জলীয় বাষ্প আছে।

মনে কর, এই গ্যাসের উষ্ণতা  $৩০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড এবং চাপ =  $৭৫$  সেন্টিমিটার অর্থাৎ, হাইড্রোজেন এবং বাষ্পের মিলিত চাপ =  $৭৫$  সেন্টিমিটার। যদি হাইড্রোজেন এবং বাষ্পের অংশপ্রেষ যথাক্রমে  $P_{H_2}$  এবং  $P_{H_2O}$  হয়, তবে  $P_{H_2} + P_{H_2O} = ৭৫$  সেন্টিমিটার]

জলীয় বাষ্পের চাপ নির্দিষ্ট উষ্ণতায় নির্দিষ্ট, যথা  $৩০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায়,  $P_{H_2O} = ৩১৭$  সেন্টিমিটার।

$$\therefore P_{H_2} = ৭৫ - P_{H_2O} = ৭৫ - ৩১৭ = ৭১.৮৩ \text{ সেন্টিমিটার।}$$

অতএব, এই হাইড্রোজেন  $৭৫$  সেন্টিমিটার চাপে থাকিলেও বস্তুতঃ উহার নিজস্ব চাপ হইবে  $৭১.৮৩$  সেন্টিমিটার।

## অনুশীলনী

১।  $২০০$  ঘন সেন্টি. আয়তনের একটি গ্যাসীয় পদার্থ  $৭২৮$  মিলিমিটার চাপে এবং  $১৮^{\circ}C$  উষ্ণতায় আছে। প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় উহার আয়তন কত হইবে?

২। এক লিটার অক্সিজেনের উষ্ণতা  $৫০^{\circ}$  বাড়াইয়া দেওয়া হইল। যদি চাপ অপরিবর্তিত রাখা হয়, তবে উহার আয়তন কত হইবে? উহার আয়তন যদি নির্দিষ্ট রাখা হয়, ঐ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে চাপের কত পরিবর্তন হইবে? (উত্তত্ত হওয়ার পূর্বে গ্যাসটি প্রমাণ চাপে ছিল ধরিতে হইবে।)

৩।  $৫২২$  ঘন সেন্টি. হাইড্রোজেনকে  $১২^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড হইতে  $১০০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া দেখা গেল উহার আয়তন তিনগুণ হইয়াছে। 'পূর্বের চাপ  $৭৬২$  মিলিমিটার হইলে নূতন চাপ কত হইবে?

৪।  $১৫$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং  $৭৭০$  মিলিমিটার চাপে পৃথকভাবে  $১০০$  ঘন সেন্টি. হাইড্রোজেন এবং  $৫০$  ঘন সেন্টি. হাইড্রোজেন এবং  $৫০$  ঘন সেন্টি. অক্সিজেন একটি  $২৫০$  ঘন সেন্টি. আয়তনের শূন্য (vacuum) পাত্রের ভিতর মিশ্রিত করা হইল।  $২০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এই মিশ্রপদার্থের চাপ কত হইবে?

৫। গ্যাসের চাপ, আয়তন ও উষ্ণতাব পরস্পর সম্পর্ক কি?  $৭৮০$  মিলিমিটার চাপের  $১০$  লিটার গ্যাসকে  $১০^{\circ}$  হইতে  $২০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া  $৭৪০$  মিলিমিটার চাপে রাখিলে উহার আয়তন কত হইবে?

## অষ্টম অধ্যায়

### আণবিক ও পারমাণবিক গুরুত্ব

৮-১। পদার্থের ঘনত্ব (Density) : একটি বাকর যদি একবার জল দিয়া ভর্তি কর এবং আবার জলের পরিবর্তে পারদে ভর্তি কর, দুইবারে উহার ওজন বিভিন্ন হইবে। অথচ জল এবং পারদ উভয়েরই আয়তন এইক্ষেত্রে সমান—বাকরের আয়তনের সমান। অতএব, বিভিন্ন পদার্থের একই আয়তনের ওজন বিভিন্ন।

এক ঘন সেন্টিমিটার (1 c.c.) আয়তন-বিশিষ্ট পদার্থের যাহা ওজন তাহাকে তাহার ঘনত্ব (Density) বলে। যেমন পারদের ঘনত্ব ১৩.৬ গ্রাম, এক ঘন সেন্টিমিটার পারদের ওজন = ১৩.৬ গ্রাম। সুতরাং

ঘনত্ব = ১ ঘন সেন্টিমিটার আয়তন-বিশিষ্ট পদার্থের ওজন।

একটি বস্তুর আয়তন যদি  $V$  ঘন সেন্টিমিটার হয় এবং ওজন যদি  $W$  গ্রাম হয়, তাহা হইলে উহার

$$\text{ঘনত্ব} = \frac{W}{V} \text{ গ্রাম} = \frac{\text{বস্তুর ওজন}}{\text{বস্তুর আয়তন}}$$

বস্তুর ওজনকে যদি উহার আয়তন দ্বারা ভাগ করা যায়, তবেই ঘনত্ব জানা যায়। সচরাচর ওজনটি গ্রাম এবং আয়তনটি ঘন সেন্টিমিটারে প্রকাশ করা হয়।

উষ্ণতা ও চাপের পরিবর্তনের সঙ্গে আয়তনের পরিবর্তন হয়, কিন্তু ওজন ঠিকই থাকে। সুতরাং পদার্থটির উষ্ণতা বা চাপ যদি বদল হয়, তবে ঘনত্বেরও পরিবর্তন হইবে। এই দুই কারণে কঠিন ও তরল পদার্থের আয়তনের পরিবর্তন খুবই সামান্য হয় এবং সেই জন্য উহাদের ঘনত্বও খুব সামান্যই বদলায়।

কিন্তু ভিন্ন ভিন্ন চাপে এবং বিভিন্ন উষ্ণতায় নির্দিষ্ট ওজনের কোন গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন বিভিন্ন হইবেই। অতএব গ্যাসীয় পদার্থের ঘনত্ব পদার্থটির উষ্ণতা ও চাপের উপরও নির্ভর করিবে। গ্যাসের ঘনত্ব বলিতে হইলে উহার চাপ ও উষ্ণতার উল্লেখ প্রয়োজন।

0° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৬ সেন্টিমিটার চাপে এক ঘন সেন্টিমিটার আয়তন-বিশিষ্ট গ্যাসীয় পদার্থের ওজনকে উহার 'প্রমাণ ঘনত্ব' (Normal density) বলা হয়। যদি বিশেষ ভাবে উল্লিখিত না হয় তবে গ্যাসের 'ঘনত্ব' বলিলে "প্রমাণ ঘনত্ব"ই বুঝিতে হইবে। প্রমাণ চাপে ও উষ্ণতায় এক ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেনের ওজন = ০.০০০১ গ্রাম।

∴ হাইড্রোজেনের ঘনত্ব = ০.০০০১ গ্রাম,

অথবা এক লিটার হাইড্রোজেনের ওজন =  $০.০০০১ \times ১০০০ = ০.১$  গ্রাম।

কার্বন ডাই-অক্সাইডের ঘনত্ব = ০.০১২৮ গ্রাম। ইহার অর্থ, এক ঘন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন = ০.০১২৮ গ্রাম।

যেহেতু হাইড্রোজেনের ঘনত্ব = ০.০০০১ গ্রাম, আমরা বলিতে পারি যে কার্বন ডাই-অক্সাইড হাইড্রোজেন অপেক্ষা,  $\frac{০.০১২৮}{০.০০০১} = ১২৮$  গুণ ভারী।

গ্যাসীয় পদার্থের ঘনত্ব অত্যন্ত কম হয়, এবং হাইড্রোজেন সমস্ত পদার্থের চেয়ে লঘুভার। গ্যাসীয় পদার্থের ঘনত্ব সাধারণতঃ গ্রাম হিসাবে না মাপিয়া হাইড্রোজেনের ঘনত্বের সহিত তুলনা করা হয়। যেমন, কার্বন ডাই-অক্সাইডের ঘনত্ব ০.০১২৮ গ্রাম না বলিয়া কেবল মাত্র ১২ বলা হয়। অর্থাৎ ইহা হাইড্রোজেন হইতে ১২ গুণ ভারী।

সেই রকম "জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব = ১" বলিলে বুঝিতে হইবে যে উহা হাইড্রোজেন অপেক্ষা ১ গুণ ভারী। বস্তুতঃ উহার ঘনত্ব =  $১ \times ০.০০০১$  গ্রাম।

এই ভাবে, হাইড্রোজেনের সহিত তুলনায় যে ঘনত্ব প্রকাশ করা হয়, তাহা একটি গুণক সংখ্যা মাত্র, উহাতে কোন একক নাই। যেমন বাষ্পের ঘনত্ব, ১। ইহা ১ গ্রাম বা ১ আউন্স নয়, ১ কেবল মাত্র একটি সংখ্যা, যদ্বারা হাইড্রোজেনের ঘনত্বকে গুণ করিলে পদার্থটির ঘনত্ব পাওয়া যাইবে। রাসায়নিক আলোচনা বা অঙ্কে এই রকম সংখ্যা দ্বারা গ্যাসীয় পদার্থের ঘনত্ব প্রকাশ করা হয়।

## ৮-২। পারমাণবিক গুরুত্ব (Atomic weight) :

মৌলিক পদার্থ মাত্রই উহার পরমাণুর সমষ্টি, এবং যে কোন একটি মৌলিক পদার্থের সমস্ত পরমাণুর ধর্ম এবং ওজনও এক। কিন্তু এই পরমাণুসমূহ অতিশয় ক্ষুদ্র এবং উহাদের ওজনও অত্যন্ত কম। হাইড্রোজেনের একটি



পরমাণুর ওজন =  $1.66 \times 10^{-24}$  গ্রাম। লোহের একটি পরমাণুর ওজন =  $55.8 \times 10^{-24}$  গ্রাম এবং অত্যন্ত ভারী ইউরেনিয়াম পরমাণুর ওজন =  $238 \times 10^{-24}$  গ্রাম। ইহা ওজন করা তো দূরের কথা, এত ক্ষুদ্র ওজন কল্পনা করাই শক্ত। অবশ্য প্রায় উঠিতে পারে—তাহা হইলে এই সকল অদৃশ্য এবং এত ক্ষুদ্র পরমাণুর ওজন কিভাবে জানা গিয়াছে। উহাদের ওজন সোজাসজি তুলাদিও মাপিয়া বাহির করা যায় না, অত্যাশ্চর্য উপায় ও পরীক্ষার দ্বারা উহাদের ওজন স্থির করা হইয়াছে।

এত ছোট দশমিক ভগ্নাংশে প্রতিটি পরমাণুর ওজন প্রকাশ করা যেমন মুশ্কিল তেমনি গণনাতেও এত ছোট সংখ্যার ব্যবহার খুবই অসুবিধাজনক। এই কারণে রসায়নবিদগণ পরমাণুর ওজন প্রকাশের একটি নতুন পদ্ধতি প্রচলন করিয়াছেন।

ওজন প্রকাশের যে কোন পদ্ধতিতে একটি একক প্রয়োজন। এই নতুন পদ্ধতিতেও একটি একক আছে যাহার পরিমাপে একটি অক্সিজেনের পরমাণুর ওজন ১৬ একক হইবে [যদি একটি অক্সিজেন পরমাণুর ওজন ১ গ্রাম হয়, তবে এই এককটি হইবে  $\frac{1}{16}$  গ্রাম], অর্থাৎ এই পদ্ধতিতে অক্সিজেন পরমাণুকে ১৬ ধরা হইয়াছে।

এই এককের পরিমাপে হাইড্রোজেন পরমাণু = ১.০০৮, ক্লোরিন = ৩৫.৫, নাইট্রোজেন = ১৪, ব্রোমিন = ৮০, ইত্যাদি। এই সংখ্যাগুলিকে পারমাণবিক ওজন বলা যায় না, ইহাদের নাম “পারমাণবিক গুরুত্ব” (atomic wt.)।

বস্তুতঃ অক্সিজেনের পরমাণুর ওজন ১৬ গ্রাম বা আউন্স নয়। অথবা হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন ১.০০৮ ছটাক নয়। এই সংখ্যাগুলি হইতে আমরা পরমাণুদের পরস্পরের আপেক্ষিক গুরুত্ব (লঘু বা ভার) জানিতে পারি।

ক্লোরিনের পারমাণবিক গুরুত্ব = ৩৫.৫। অর্থাৎ যে হিসাবের অনুপাতে অক্সিজেন পরমাণুর ভার ১৬, সেই অনুপাতেই ক্লোরিনের পরমাণুর ভার ৩৫.৫। এই হিসাবেই সমস্ত মৌলের পারমাণবিক গুরুত্ব প্রকাশ করা হইয়াছে।

এই পারমাণবিক গুরুত্ব একটি সংখ্যা মাত্র। ইহার একক অক্সিজেন পরমাণুর ওজনের  $\frac{1}{16}$  অংশ। নাইট্রোজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব ১৪। অতএব নাইট্রোজেন পরমাণু এই এককের ১৪ গুণ ভারী।

$$\therefore \text{নাইট্রোজেন পরমাণুর ওজন} = ১৪ \times \frac{\text{অক্সিজেনের পরমাণুর ওজন}}{১৬}$$

সমস্ত পরমাণুর বেলাতেই এইরূপ হিসাব প্রযোজ্য।

আবার দেখা যায়, এই অল্পপাতে হাইড্রোজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব  $= ১.০০৮$ । ইহা মোটামুটি অক্সিজেনের পারমাণবিক গুরুত্বের  $\frac{১}{১৬}$  অংশ। অতএব আমাদের এই পদ্ধতির একক হাইড্রোজেনের পারমাণবিক গুরুত্বের প্রায় সমান।

অতএব, স্থূল হিসাবে পারমাণবিক গুরুত্ব বলিতে একটি পরমাণু একটি হাইড্রোজেন পরমাণু হইতে কতগুণ ভারী তাহাই বুঝায়। ব্রোমিনের পরমাণু হাইড্রোজেন পরমাণু অপেক্ষা মোটামুটি ৮০ গুণ ভারী। সুতরাং ব্রোমিনের পারমাণবিক গুরুত্ব  $= ৮০$ ।

৮-৩। **আণবিক গুরুত্ব (Molecular weight) :** একই প্রকারের পদমাণু সম্বন্ধে মোলের অণুগণিত এবং যৌগপদার্থের অণুগঠনে বিভিন্ন পদমাণুর সমন্বয় হয়। কয়েকটি মৌলিক পদার্থ ছাড়া, বিশ্বের সমস্ত পদার্থের অণুতেই একাধিক পরমাণু বর্তমান। সমস্ত রকমের অণুই এত ছোট যে চোখে দেখা যায় না এবং তাহাদের ওজনও এত কম যে প্রায় পরমাণুর পর্যায়ে পড়ে। বলা বাহুল্য, যে কোন একটি পদার্থের সমস্ত অণুই সমধর্মী এবং একই ওজনের।

চিনির একটি অণুর ওজন মাত্র  $= ৫.৮ \times ১০^{-২২}$  গ্রাম।

লবণের একটি অণুর ওজন মাত্র  $= ২.৭১ \times ১০^{-২৩}$  গ্রাম।

হাইড্রোজেন অণুর ওজন  $= ৩.৩২ \times ১০^{-২৪}$  গ্রাম ইত্যাদি।

পরমাণুর মত দশমিক ভগ্নাংশে অণুর ওজন প্রকাশ ও অস্ববিধাজনক। সেই জন্য অণুর ভর প্রকাশে রসায়নবিদগণ পারমাণবিক গুরুত্বের মত এই ক্ষেত্রে ‘আণবিক গুরুত্ব’ (Molecular weight) প্রচলন করিয়াছেন। পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ধারণে আমরা যে একক ব্যবহার করিয়াছি তাহাই এখানে প্রযোজ্য। স্থূল হিসাবে একটি অণু হাইড্রোজেন পরমাণু অপেক্ষা যতগুণ ভারী তাহাকে উহার আণবিক গুরুত্ব বলা হয়। আমরা মোটামুটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজনকে ‘একক’ ধরিয়া পারমাণবিক গুরুত্ব প্রকাশ করিয়াছি। এখানেও সেই পদ্ধতি প্রচলিত। একটি চিনির অণু একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অপেক্ষা ৩৪২ গুণ ভারী; অর্থাৎ, চিনির আণবিক গুরুত্ব  $= ৩৪২$ ।

জলের আণবিক গুরুত্ব = ১৮। ইহার অর্থ, জলের একটি অণু একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অপেক্ষা ১৮ গুণ ভারী। বস্তুতঃ, জলের একটি অণুর ওজন ১৮ গ্রাম বা ছটাক নয়; ইহা একটি সংখ্যা মাত্র যদ্বারা হাইড্রোজেনের প্রকৃত ওজনের গুণ করিলে জলের অণুর প্রকৃত ওজন জানা যাইবে।

$$\text{হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন} = ১.৬৬ \times ১০^{-২৪} \text{ গ্রাম}$$

$$\text{জলের অণুর ওজন} = ১.৬৬ \times ১০^{-২৪} \times ১৮ = ২৯.৮৮ \times ১০^{-২৪} \text{ গ্রাম}$$

$$\text{অতএব, আণবিক গুরুত্ব} = \frac{\text{পদার্থের একটি অণুর ওজন}}{\text{একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন}}$$

সূক্ষ্ম হিসাবে অবগত অক্সিজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব ১৬ ধরিয়া, সেই অল্পপাতে আণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করা হয়।

পদার্থের অণু একাধিক পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত। এই সমস্ত পরমাণুর গুরুত্ব যোগ করিলে সেই অণুর গুরুত্ব পাওয়া যায়। যেমন, চিনির অণুর সঙ্কেত  $C_{12}H_{22}O_{11}$  অর্থাৎ ১২টি কার্বন, ২২টি হাইড্রোজেন এবং ১১টি অক্সিজেন পরমাণু দ্বারা চিনির অণুটি গঠিত। এই পরমাণু সকলের গুরুত্ব হইবে—

$$\begin{aligned} ১২টি কার্বন পরমাণু &= ১২ \times ১২ = ১৪৪ \quad [ \because \text{কার্বনের পারমাণবিক গুরুত্ব} = ১২ ] \\ ২২টি হাইড্রোজেন পরমাণু &= ২২ \times ১ = ২২ \quad [ \because \text{হাইড্রোজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব} = ১ ] \\ ১১টি অক্সিজেন পরমাণু &= ১১ \times ১৬ = ১৭৬ \quad [ \because \text{অক্সিজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব} = ১৬ ] \\ \text{মোট} &= ৩৪২ \end{aligned}$$

চিনির আণবিক গুরুত্ব হইবে = ৩৪২। অর্থাৎ সঙ্কেতের সমস্ত পরমাণুর গুরুত্বের যোগ-ফলই আণবিক গুরুত্ব।

৮-৪। গ্রাম-অণু (Gram-molecule): পূর্বেই বলা হইয়াছে পদার্থের আণবিক গুরুত্ব একটি সংখ্যা মাত্র, উহার কোন একক নাই। যেমন সালফিউরিক অ্যাসিডের আণবিক গুরুত্ব ৯৮। সালফিউরিক অ্যাসিডের অণুর ওজন ৯৮ গ্রাম বা ছটাক নয়।

পদার্থের আণবিক গুরুত্ব-সংখ্যক গ্রাম ওজনের পরিমাণকে সেই পদার্থের গ্রাম-অণু (Gram-molecule) বলে। যেমন ৯৮ গ্রাম সালফিউরিক অ্যাসিড উহার এক গ্রাম-অণু। ৯৮ উহার আণবিক গুরুত্ব এবং ৬ সংখ্যক গ্রাম ওজনের বস্তুর পরিমাণ উহার এক গ্রাম-অণু।

প্রত্যেক পদার্থের গ্রাম-অণু একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ ওজন যাহা সেই পদার্থের আণবিক গুরুত্ব যত তত গ্রাম। জলের আণবিক গুরুত্ব ১৮, অতএব এক গ্রাম-অণু জল = ১৮ গ্রাম। লবণের আণবিক গুরুত্ব ৫৮.৫। অতএব এক গ্রাম-অণু লবণ = ৫৮.৫ গ্রাম ইত্যাদি।

সুতরাং যদি ১০ গ্রাম-অণু জল বলা হয় তবে ১৮০ গ্রাম জল বুঝাইবে। অথবা ৫.৭ গ্রাম-অণু চিনি যদি চাওয়া যায়, তাহা হইলে  $৫.৭ \times ৩৪২$  গ্রাম চিনি দিতে হইবে, কারণ প্রতি গ্রাম-অণু চিনি ৩৪২ গ্রাম।

মনে রাখিতে হইবে, গ্রাম-অণু একটি ওজনের পরিমাণ; সুতরাং, উহার ওজনের ‘একক’ গ্রাম থাকিবে, উহা একটি সংখ্যা হইতে পারে না। বিভিন্ন পদার্থের আণবিক গুরুত্ব বিভিন্ন, সুতরাং উহাদের গ্রাম-অণুর পরিমাণও বিভিন্ন।

এইভাবে পারমাণবিক গুরুত্বের সমপরিমাণ গ্রাম ওজন কোন মৌলিক পদার্থকে “গ্রাম-পরমাণু” বলা যায়। যেমন ১৬ গ্রাম অক্সিজেনকে এক “গ্রাম-পরমাণু” অক্সিজেন বলা যাইতে পারে।

## নবম অধ্যায়

### গ্যাসায়তন সূত্র : অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প

৯-১। গ্যাসায়তন সূত্র ( Law of Gaseous Volumes ) :  
অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষভাগে ইংরেজ বৈজ্ঞানিক ক্যাভেন্ডিশ ( Cavendish )  
জল এবং তাহার দুইটি উপাদান—হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন সম্পর্কে বহু  
রকম পরীক্ষা করেন। তিনি প্রমাণ করেন যে কোন নির্দিষ্ট আয়তনের  
হাইড্রোজেনকে জলে পরিণত করিলে উহার সহিত উহার অর্ধেক আয়তন  
অক্সিজেন যুক্ত হয়। ২০০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন ১০০ ঘন সেন্টিমিটার  
অক্সিজেনের সহিত সংযোগের ফলে জল উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ হাইড্রোজেন ও  
অক্সিজেন আয়তনের যে অনুপাতে মিলিত হইয়া জল সৃষ্টি করে তাহা একটি  
সরল অনুপাত, ২ : ১।

ইহার পরে গে-লুসাক (Gay-Lussac) এবং হ্যামবোর্ট অগ্ৰাণ্ণ গ্যাসের রাসায়নিক বিক্রিয়া পরীক্ষা করেন। তাঁহারা প্রমাণ করেন যে কেবল হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন নয়, অগ্ৰাণ্ণ গ্যাসসমূহের আয়তনগুলিও রাসায়নিক সংযোগকালে সরল অনুপাতে থাকে। এই সকল পরীক্ষা হইতে গে-লুসাক একটি সূত্র আবিষ্কার করেন—

“গ্যাসীয় পদার্থের বিক্রিয়াকালে উহাদের আয়তনগুলি সরল অনুপাতে থাকে, এবং রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলেও যদি গ্যাসীয় পদার্থই উৎপন্ন হয়, তাহার আয়তনও বিক্রিয়ক গ্যাসের আয়তনের সহিত সরল অনুপাতে থাকিবে।” ইহাকে গ্যাসীয়তন সূত্র (Law of Gaseous Volumes) বলে। অবশ্য পরীক্ষাকালে সমস্ত গ্যাসের আয়তন একই চাপ ও উষ্ণতায় মাপিতে হইবে। নিম্নলিখিত বিভিন্ন পরীক্ষালব্ধ ফল হইতেই এই সূত্রের সত্যতা প্রমাণিত হইবে।

(১) এক ঘনায়তন হাইড্রোজেন ও এক ঘনায়তন ক্লোরিন মিলিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হয়। অতএব আয়তন হিসাবে হাইড্রোজেন : ক্লোরিন = ১ : ১ ; ইহা সরল অনুপাত।

(২) এক ঘনায়তন নাইট্রোজেন তিন ঘনায়তন হাইড্রোজেন সহযোগে দুই ঘনায়তন অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন করে। অর্থাৎ, আয়তন অনুসারে নাইট্রোজেন : হাইড্রোজেন : অ্যামোনিয়া = ১ : ৩ : ২, সরল অনুপাত। উৎপন্ন অ্যামোনিয়া গ্যাসের আয়তন হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেনের আয়তনের সঙ্গে সরল অনুপাতে আছে।

(৩) এক ঘনায়তন নাইট্রোজেন এক ঘনায়তন অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হইয়া দুই ঘনায়তন নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস সৃষ্টি করে। সুতরাং আয়তন অনুপাতে নাইট্রোজেন : অক্সিজেন : নাইট্রিক অক্সাইড = ১ : ১ : ২, সরল অনুপাত।

(৪) দুই ঘনায়তন কার্বন ডাই-অক্সাইড বিয়োজনের ফলে এক ঘনায়তন অক্সিজেন এবং দুই ঘনায়তন কার্বন-মনোক্সাইডে পরিবর্তিত হয়। সুতরাং আয়তন হিসাবে,

কার্বন ডাই-অক্সাইড : অক্সিজেন : কার্বন-মনোক্সাইড

২ : ১ : ২

ইহাও সরল অনুপাত।

এই রকম আরও অসংখ্য উদাহরণের উল্লেখ করা যাইতে পারে। এই সমস্ত হইতে স্পষ্টই বুঝা যায় যে উৎপন্ন গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন যে বিক্রিয়ক গ্যাসসমূহের আয়তনের সমান হইবে তাহার কোন নিশ্চয়তা নাই ; এই সকল আয়তন সরল অনুপাতে থাকিবে মাত্র। আয়তন নির্ধারণকালে অবশ্য বিক্রিয়ক এবং উৎপন্ন গ্যাসসমূহের উষ্ণতা ও চাপ নির্দিষ্ট রাখিতে হইবে।

৯-২। **বার্জেলীয়াসের (Berzelius) সিদ্ধান্ত :** ১৮০৮ খ্রীষ্টাব্দে গে-লুসাকের গ্যাসায়তন সূত্র আবিষ্কৃত হয়। প্রায় সেই সময়েই (১৮০৩-১৮০৮) ডালটনের পবমাণুবাদের প্রচার হয়। ডালটনের পবমাণুতত্ত্বের মূল কথা এই যে যৌগিক পদার্থ মাত্রই বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের নির্দিষ্টসংখ্যক অবিভাজ্য পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত এবং প্রায়ই পরমাণুর সংখ্যাগুলি সরলানুপাতে থাকে। ডালটন অবশ্য পরমাণুবাদ প্রচারের সময় পদার্থের কোন অণুর কল্পনা করিতে পারেন নাই। তিনি মনে করিতেন, মৌলিক পদার্থ, যেমন হাইড্রোজেন বা লৌহ, উহাদের অবিভাজ্য পরমাণুর সমষ্টি, তেমনই যৌগিক পদার্থ, জল বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও জল এবং অ্যাসিডের পরমাণুর সমষ্টি মাত্র। পদার্থের অণুব পৃথক অস্তিত্ব তখনও স্বীকৃত হয় নাই।

পরমাণুবাদের সাহায্যে তখন যে-সকল বিজ্ঞানী গ্যাসায়তন সূত্রটিকে ব্যাখ্যা এবং ব্যাখ্যা কবিরূপে চেষ্টা করিয়াছিলেন, বার্জেলীয়াস তন্মধ্যে অন্যতম। তিনি বলেন, হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন সংযোগে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হয়। পরীক্ষাতে প্রমাণিত হইয়াছে,

এক ঘনায়তন হাইড্রোজেন এক ঘনায়তন ক্লোরিনের সঙ্গে যুক্ত হয়।

আবার, একটি হাইড্রোজেন পবমাণুর সহিত একটি ক্লোরিন পবমাণু যুক্ত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হয়।

তাহা হইলে বুঝা যায় যে এক ঘনায়তন হাইড্রোজেনে যত পরমাণু আছে, এক ঘনায়তন ক্লোরিনেও ঠিক তত পবমাণু থাকিবে। অতএব বার্জেলীয়াস সিদ্ধান্ত করিলেন : ‘নির্দিষ্ট উষ্ণতায় এবং চাপে, সম-আয়তনে যে কোন গ্যাসে একই সংখ্যক পরমাণু থাকে।’

সুতরাং ৫ ঘন সেণ্টিমিটার হাইড্রোজেন বা কার্বন ডাই-অক্সাইড বা নাইট্রোজেন প্রভৃতি যে কোন গ্যাসে পরমাণুর সংখ্যা সমান। অবশ্য প্রত্যেক গ্যাসের ৫ ঘন সেণ্টিমিটার একই উষ্ণতায় ও চাপে লইতে হইবে।

গে-লুসাক নিজেই পরে এই সিদ্ধান্তের বিরোধিতা করেন এবং উহার ত্রুটি বাহির করিয়া দেন। পরীক্ষায় জানা গিয়াছে, এক ঘনায়তন হাইড্রোজেন এবং এক ঘনায়তন ক্লোরিন সংযোগে দুই ঘনায়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হয়, অর্থাৎ

২ ঘনায়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড = ১ ঘনায়তন হাইড্রোজেন + ১ ঘনায়তন ক্লোরিন।

অথবা, ২ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড = ১ ঘন সেন্টি. হাইড্রোজেন + ১ ঘন সেন্টি. ক্লোরিন।

বার্জেলীয়াস-সিদ্ধান্ত অনুযায়ী যদি মনে করা যায় প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে যে কোন গ্যাসের পরমাণু সংখ্যা  $x$ , তাহা হইলে বলা যাইতে পারে :—

২ $x$  পরমাণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড =  $x$  পরমাণু হাইড্রোজেন +  $x$  পরমাণু ক্লোরিন।

অথবা, ১ পরমাণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড =  $\frac{1}{2}$  পরমাণু হাইড্রোজেন +  $\frac{1}{2}$  পরমাণু ক্লোরিন।

ডালটনের পরমাণুবাদ অনুসারে একটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড পরমাণুর অস্তিত্ব স্বীকার করিতেই হইবে। দেখা যাইতেছে একটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড পরমাণু গঠনে অর্ধ-পরমাণু হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন প্রয়োজন। পরমাণুবাদ অনুযায়ী পরমাণু অবিভাজ্য, হ্রতরাং  $\frac{1}{2}$  পরমাণু হাইড্রোজেন সম্ভব নয়। ইহা স্বীকার করিলে যে পরমাণুতত্ত্বের উপর নির্ভর করিয়া বার্জেলীয়াসের সিদ্ধান্ত করা হইয়াছে সেই পরমাণুবাদকেই অস্বীকার করিতে হয়। অতএব বার্জেলীয়াস-সিদ্ধান্ত নিতুল নহে।

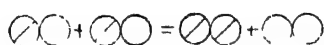
### ৯-৩। অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প (Avogadro's hypothesis) :

বার্জেলীয়াস-সিদ্ধান্ত গ্যাসায়তন সূত্রে প্রয়োগ করিতে গিয়া যে সমস্ত অসুবিধার সম্মুখীন হইতে হইয়াছিল, সেগুলি দূর করিতে সমর্থ হইলেন ইতালীয় পদার্থবিদ অ্যাভোগাড্রো। ১৮১১ খ্রীষ্টাব্দে অ্যাভোগাড্রো প্রথমে পদার্থের অণুর কল্পনা করেন। তিনি বলেন, পদার্থের ভিতর দুই রকম ক্ষুদ্র কণিকা বর্তমান :

(১) অণু : প্রত্যেক পদার্থই—যৌগিক বা মৌলিক—ক্ষুদ্র-ক্ষুদ্র সমন্বিত কণার সমষ্টি। এই কণাগুলির স্বাধীন সত্তা আছে এবং ইহাতে পদার্থের সমস্ত ধর্ম বর্তমান। ইহারা মুক্ত এবং স্বচ্ছন্দ-বিহারী এবং এই সকল সমন্বিত কণাগুলির পরস্পরের মধ্যে কোন যোগ নাই। ক্ষুদ্র কণাগুলিকে অণু (molecules) বলা হয়।

(২) পরমাণু : রাসায়নিক বিক্রিয়াতে মৌলিক পদার্থে যে ক্ষুদ্রতম অবিভাজ্য কণা অংশ গ্রহণ করিতে পারে তাহাকে পরমাণু (atoms) বলা হয়। এই পরমাণু-সমষ্টি হইতেই মৌলিক পদার্থ গঠিত। কিন্তু পরমাণুগুলির স্বাধীন সত্তা নাও থাকিতে পারে। দুই বা ততোধিক পরমাণু একত্র থাকিয়া একটি স্বাধীন-সত্তা-সম্পন্ন অণুর সৃষ্টি করিতে পারে।

উদাহরণ স্বরূপ বলা বাইতে পারে, ডালটন ও তাঁহার সমসাময়িকগণ মনে করিতেন যে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন গ্যাস যখন পৃথক পৃথক থাকে তখন উহাদের ভিতর উহাদের নিজ নিজ পরমাণু সকল ইতস্ততঃ ঘুরিয়া বেড়ায় এবং এই দুইটি গ্যাসের যখন মিলন হয়, তখন একটি হাইড্রোজেন পরমাণু ও একটি ক্লোরিন পরমাণু একত্র হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের একটি যুগ্ম পরমাণুর সৃষ্টি করে। আভোগাড্রো বলিলেন, উহা ঠিক নয়। হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন গ্যাসে পরমাণুগুলি একক থাকে না। এই দুইটি গ্যাসেই দুইটি পরমাণু একত্র জুড়িয়া থাকে, এবং এই যুক্ত পরমাণুদ্বয়কে উহাদের অণু বলিতে হইবে। যখন উহাদের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া হয়, তখন একটি করিয়া পরমাণু অণু হইতে বাতির হইয়া একত্র হয় এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অণুর সৃষ্টি করে।



হাইড্রোজেন      ক্লোরিন      হাইড্রোক্লোরিক  
অণু                      অণু                      অ্যাসিড অণু

সহেত সাহায্যে লেখা যায় :  $H_2 + Cl_2 = HCl + HCl = 2HCl$ .

অতএব, আভোগাড্রোর মতে সমস্ত মৌলিক পদার্থই পরমাণুর সমষ্টি বটে, তবে সব ক্ষেত্রে পরমাণুগুলি একক থাকে না। পরমাণুগুলির স্বতন্ত্র অস্তিত্ব সবসময় সম্ভব নাও হইতে পারে। অনেক সময়ে একাধিক পরমাণু একত্র হইয়া ছোট ছোট পরমাণুপুঞ্জ সৃষ্টি করে। উহাদিগকে অণু বলে। অণু সর্বদাই একক থাকিতে পারে।

এইভাবে অণুর অস্তিত্ব কল্পনা করিয়া আভোগাড্রো বার্জেলীয়াস-সিদ্ধান্ত পরিবর্তিত করিয়া বলিলেন :

“নিদিষ্ট উষ্ণতায় এবং চাপে সম-আয়তন-বিশিষ্ট যে কোন গ্যাসে অণুর সংখ্যা একই হইবে।” অর্থাৎ, সম-অবস্থায় ১ ঘন সেন্টিমিটার বাষ্প, অ্যামোনিয়া, হাইড্রোজেন বা নাইট্রোজেন প্রভৃতি যে কোন গ্যাসীয় পদার্থে অণুর সংখ্যা একই হইবে ( পরমাণুর সংখ্যা নয় )।

ইহাকেই “আভোগাড্রো প্রকল্প” বলে। ইহার সত্যতা বহু রকমে পরীক্ষিত ও নিঃসন্দেহে প্রমাণিত হইয়াছে। ইহাকে শূত্র না বলিয়া প্রকল্প বলা হয় কারণ প্রত্যক্ষভাবে কোন নিদিষ্ট আয়তনে গ্যাসের অণুর সংখ্যা গণনা



দ্বারা ইহা প্রমাণ করা সম্ভব নয়। কিন্তু এই নীতির উপর নির্ভর করিয়া পরীক্ষাে অজ্ঞাত পরীক্ষা দ্বারা ইহার সত্যতা ও বাস্তবতা নির্ধারিত হইয়াছে।

বার্জেলীয়াস-সিদ্ধান্ত যেখানে প্রয়োগ করা সম্ভব হয় নাই, সেখানে অ্যামোনিয়াম প্রকল্পের সাহায্যে তাহার সহজ সমাধান হইয়াছে। যেমন :—

২ ঘনায়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড = ১ ঘনায়তন হাইড্রোজেন

+ ১ ঘনায়তন ক্লোরিন।

অথবা, ২ ঘন সেটি. হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড = ১ ঘন সেটি. হাইড্রোজেন

+ ১ ঘন সেটি ক্লোরিন।

অ্যামোনিয়াম প্রকল্প অনুসারে যদি প্রতি ঘন সেটিমিটার যে-কোন গ্যাসে  $x$  অণু থাকে, তাহা হইলে,  $2x$  হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অণু =  $x$  হাইড্রোজেন অণু +  $x$  ক্লোরিন অণু অথবা, ১ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অণু =  $\frac{1}{2}$  হাইড্রোজেন অণু +  $\frac{1}{2}$  ক্লোরিন অণু।

পরমাণু অবিভাজ্য, কিন্তু অণু অবিভাজ্য নয়। সুতরাং  $\frac{1}{2}$  অণুর অস্তিত্ব সম্ভব। যদি হাইড্রোজেন বা ক্লোরিন অণুতে যুগ্ম-সংখ্যক পরমাণু থাকে তাহা হইলে তাহাদের  $\frac{1}{2}$  অণু হওয়া যুক্তি-বিরুদ্ধ নয়। এইটাই অ্যামোনিয়াম প্রকল্পের বিশেষত্ব। এইভাবে অ্যামোনিয়াম প্রকল্প হইতে গ্যাসায়তন সূত্রেরও সমর্থন পাওয়া যায়।

চিহ্নের সাহায্যে প্রকল্পটি আরও সহজে বুঝা যাইতে পারে। নিম্নের চিহ্নের প্রতিটি বর্গক্ষেত্রে যদি সম-আয়তন গ্যাস থাকে, অ্যামোনিয়াম প্রকল্প অনুসারে উহাতে সমান-সংখ্যক অণুও থাকিবে। এক ঘনায়তন হাইড্রোজেন ও এক ঘনায়তন ক্লোরিন মিলিয়া দুই ঘনায়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হয়। মনে কর,

○ — হাইড্রোজেন পরমাণু।

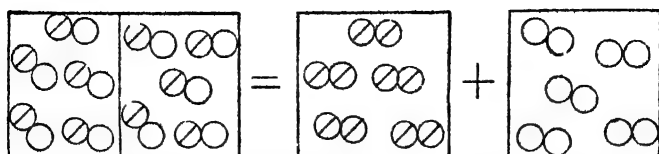
○○ — হাইড্রোজেন অণু।

⊗ — ক্লোরিনের পরমাণু।

⊗⊗ — ক্লোরিনের অণু।

⊗⊗ — হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অণু।

অতএব,



১ বনায়তন হাইড্রোজেন + ১ বনায়তন ক্লোরিন = ২ বনায়তন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড

সেই রকমেই নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন হইতে অ্যামোনিয়ার উৎপত্তি প্রকাশ সম্ভব।

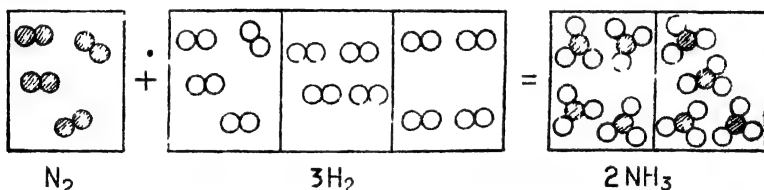
○ - H-পৰমাণু

○○ - H<sub>2</sub>-অণু

- অ্যামোনিয়া অণু

● - N-পৰমাণু

●● - N<sub>2</sub>-অণু



N<sub>2</sub>

3H<sub>2</sub>

2NH<sub>3</sub>

\* অতএব অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের সাহায্যে বিক্রিয়াগুলি কিভাবে গ্যাসায়নন সূত্র অনুযায়ী সম্পাদিত হয় তাহা বুঝিতে পারা যায়।

একটু চিন্তা করিলেই বুঝা যাইবে যে এই সকল গ্যাসীয় পদার্থের বিক্রিয়াতে বিক্রিয়কের আয়তন এবং যে সমস্ত পদার্থ উৎপন্ন হইল তাহাদের আয়তন সমান নাও হইতে পারে। কিন্তু সমস্ত গ্যাসীয় পদার্থেই সম-আয়তনে অণুর সংখ্যা সমান হইবে, পৰমাণুর সংখ্যা সমান নাও হইতে পারে (অবস্থা চাপ ও উষ্ণতা অপরিবর্তিত থাকিতে হইবে)।

৯.৪। অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প ও গ্যাসায়নন সূত্র :

এই প্রকল্পটি হইতে অতি সহজেই গ্যাসায়নন সূত্রটি অনুমান করা সম্ভব। মনে কর 'ক' এবং 'খ' নামক দুইটি গ্যাসের যথাক্রমে 'a' এবং 'b' সংখ্যক অণু মিলিত হইয়া একটি যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে। 'a' এবং 'b' অবশ্যই পূর্ণ সংখ্যা এবং এই সংখ্যাগুলি সাধারণতঃ ছোট। অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প

অনুযায়ী, যদি মনে করা যায় প্রতি ঘন সেন্টিমিটার গ্যাসে 'x' অণু বর্তমান, তাহা হইলে

'ক'-এর 'a' অণু 'খ'-এর 'b' অণুর সহিত যুক্ত হয়। অথবা, 'ক'-এর  $\frac{a}{x}$  ঘন সেন্টিমিটার, 'খ'-এর  $\frac{b}{x}$  ঘন সেন্টিমিটারের সহিত যুক্ত হয়। অথবা, 'ক'-এর 'a' ঘন সেন্টিমিটার 'খ'-এর 'b' ঘন সেন্টিমিটারের সহিত যুক্ত হয়। অর্থাৎ, 'ক' এবং 'খ' আয়তনের  $a : b$  অনুপাতে যুক্ত হয়।

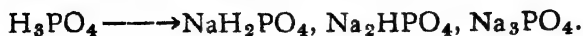
a এবং b ছোট ছোট পূর্ণ সংখ্যা, সুতরাং  $a : b$  একটি সরল অনুপাত। অতএব, 'ক' এবং 'খ' আয়তনের সরল অনুপাতে মিলিত হইয়া থাকে। ইহাই গ্যাসায়তন সূত্র।

৯-৫। অ্যাভোগাড্রো প্রকল্পের প্রয়োগ : অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্পটির প্রয়োগ দ্বারা কতকগুলি বিশেষ প্রয়োজনীয় অনুসন্ধানে উপনীত হওয়া গিয়াছে। সেইগুলি আমরা এখানে আলোচনা করিব।

(১) হাইড্রোজেনের অণু দ্বি-পরমাণুক : ৩ অণু হাইড্রোজেন এবং ১ অণু ক্লোরিন সংযোগে একটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অণু গঠিত, ইহা আমরা পূর্বেই দেখিয়াছি, (পৃ ৮৮)। অণুসকল পরমাণুর সমষ্টি। হাইড্রোজেন অণুতে একাধিক পরমাণু না থাকিলে ৩ অণু সংযুক্ত হইতে পারে না, এবং যেহেতু পরমাণুগুলি অবিভাজ্য, সুতরাং হাইড্রোজেন অণুতে জোড়-সংখ্যক পরমাণু (২, ৪, ৬, ৮...) থাকিতেই হইবে, নতুবা অণুকে দুই ভাগ করা সম্ভব নয়। ইহা হইতে স্পষ্টই বুঝা যায়, হাইড্রোজেন অণুতে ন্যূনপক্ষে দুইটি পরমাণু থাকিবেই। এই একই কারণে ক্লোরিনের অণুতেও অন্ততঃ দুইটি পরমাণু থাকিবে।

অ্যাসিড মাত্রেরই হাইড্রোজেন থাকে। অ্যাসিডের অণুর হাইড্রোজেনকে অক্সিজেন দ্বারা প্রতিস্থাপন (replacement) করা সম্ভব। যদি সোডিয়াম ধাতুর পরমাণু দ্বারা অ্যাসিডের অণুর হাইড্রোজেন পরমাণুগুলি প্রতিস্থাপিত হয়, তবে অ্যাসিডের অণুতে যতগুলি হাইড্রোজেন পরমাণু থাকে, ততগুলি বিভিন্ন পদার্থ উৎপন্ন হয়। যেমন, সালফিউরিক অ্যাসিডের অণুতে দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে, উহা হইতে সোডিয়ামের সাহায্যে দুইটি নূতন পদার্থ (লবণ) পাওয়া যায়। সেই রকম ফসফরিক অ্যাসিডের

অণুতে তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে। উহা হইতে তিনটি পদার্থ পাওয়া সম্ভব।



সেই রকম ভাবে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের হাইড্রোজেনকে সোডিয়াম দ্বারা প্রতিস্থাপন করিলে কখনও একটির বেশী পদার্থ পাওয়া যায় না। অতএব, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অণুতে একটি মাত্র হাইড্রোজেন পরমাণু আছে মনে করা অযৌক্তিক নয়।

ই অণু হাইড্রোজেন হইতে একটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অণু পাওয়া যায়। আবার একটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অণুতে একটি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে। অতএব, হাইড্রোজেনের ই অণু  $\equiv$  ১টি পরমাণু,

১ অণু  $\equiv$  ২টি পরমাণু।

সুতরাং, হাইড্রোজেন অণু দ্বি পরমাণুক।

পদার্থবিদগণ হাইড্রোজেনের আপেক্ষিক তাপ (Specific heat ratio,  $\gamma = 1.44$ ) নির্ণয় করিয়া এবং ভর-বর্ণালীর (Mass spectrograph) পরীক্ষার সাহায্যে হাইড্রোজেন অণুর দ্বি-পরমাণুকত্ব নিশ্চিত রূপে প্রমাণ করিয়াছেন।

• হাইড্রোজেনের মত অক্সিজেন অণুও দ্বি-পরমাণুক। কারণ, পরীক্ষাতে দেখা গিয়াছে—

এক ঘনায়তন অক্সিজেন এবং ২ ঘনায়তন হাইড্রোজেন সমন্বয়ে ২ ঘনায়তন বাষ্প উৎপন্ন হয়। যদি সমস্ত গ্যাসের এক ঘনায়তনে  $n$  অণু বর্তমান থাকে, তাহা হইলে

$$n \text{ অণু অক্সিজেন} + 2n \text{ অণু হাইড্রোজেন} = 2n \text{ অণু বাষ্প}$$

$$\text{অথবা } 2 \text{ অণু অক্সিজেন} + 1 \text{ অণু হাইড্রোজেন} = 1 \text{ অণু বাষ্প}।$$

অর্থাৎ বাষ্পের একটি অণুতে ২ অণু অক্সিজেন বর্তমান। সুতরাং অক্সিজেন অণুতে অন্ততঃ পক্ষে দুইটি পরমাণু থাকা প্রয়োজন। আপেক্ষিক তাপ বাহির করিয়া অক্সিজেন অণুর দ্বি-পরমাণুকত্ব নিশ্চিত রূপে প্রমাণ করা হইয়াছে। সাধারণ অবস্থায় গ্যাসীয় মৌলিক পদার্থসমূহ প্রায়ই দ্বি-পরমাণুক; যেমন, হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, ক্লোরিন, অক্সিজেন ইত্যাদি।

## (২) পদার্থের আণবিক গুরুত্ব উহার গ্যাসীয় অবস্থার ঘনত্বের দ্বিগুণ।

পদার্থের আণবিক গুরুত্ব বলিতে সেই পদার্থের একটি অণু হাইড্রোজেনের একটি পরমাণু অপেক্ষা কতগুণ ভারী তাহা বুঝায় (পৃঃ ৮১)। সচরাচর পদার্থটি যে অবস্থাতেই থাকুক—কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়—উহার আণবিক গুরুত্ব একই হইবে।

কোন গ্যাসীয় পদার্থের ঘনত্ব বলিতে একই চাপে ও উষ্ণতায় উহার সম-আয়তন হাইড্রোজেন হইতে কতগুণ ভারী তাহাই বুঝায়। সুতরাং

$$\text{গ্যাসীয় পদার্থের ঘনত্ব} = \frac{a \text{ ঘন সেন্টিমিটার গ্যাসের ওজন}}{n \text{ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেনের ওজন}}$$

অ্যভোগাড্রো প্রকল্প অনুসারে  $a$  ঘন সেন্টিমিটার কোন গ্যাস ও হাইড্রোজেনে সম-অবস্থায় একই সংখ্যক অণু থাকিবে এবং সেই সংখ্যাটি যদি  $n$  হয় তাহা হইলে গ্যাসীয় পদার্থের ঘনত্ব

$$\begin{aligned} D &= \frac{\text{গ্যাসের } n \text{ অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের } n \text{ অণুর ওজন}} \\ &= \frac{\text{গ্যাসের একটি অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের একটি অণুর ওজন}} \\ &= \frac{\text{গ্যাসের একটি অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের ২টি পরমাণুর ওজন}} \quad [\because \text{হাইড্রোজেন অণু দ্বি-পরমাণুক}] \\ &= \frac{1}{2} \times \frac{\text{গ্যাসের একটি অণুর ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর ওজন}} \\ &= \frac{1}{2} \times \text{গ্যাসের আণবিক গুরুত্ব} \end{aligned}$$

অর্থাৎ,  $M$  যদি পদার্থের আণবিক গুরুত্ব হয়, তাহা হইলে  $D = \frac{1}{2}M$

অথবা,  $M = 2D$ .

যেমন, কোহল তরল পদার্থ; বাষ্পীয় অবস্থায় উহার ঘনত্ব = ২.৩।  
সুতরাং আণবিক গুরুত্ব =  $2 \times 2.3 = 4.6$ ।

(৩) নির্দিষ্ট উষ্ণতা এবং চাপে এক গ্রাম-অণু পরিমাণ যে কোন পদার্থের গ্যাসীয় অবস্থায় আয়তন একই হইবে। প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে সেই আয়তনের পরিমাণ প্রায় ২২.৪ লিটার।

পদার্থের আণবিক গুরুত্ব যত, তত গ্রাম ওজনের পদার্থকে উহার গ্রাম-অণু বলা হয়। যেমন জলের আণবিক গুরুত্ব ১৮, অতএব এক গ্রাম-অণু জল বলিলে ১৮ গ্রাম জল বুঝাইবে।

(ক) পারমাণবিক গুরুত্বের পরিমাপে হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুব গুরুত্বকে মোটামুটি 'এক' ধরা হইয়াছে। হাইড্রোজেন অণুটি দ্বি-পরমাণুক, অর্থাৎ উহাতে দুইটি পবমাণু বর্তমান। সুতরাং

হাইড্রোজেনের আণবিক গুরুত্ব = ২।

যদি একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রকৃত ওজন  $w$  গ্রাম হয়, তবে একটি হাইড্রোজেন অণুর ওজন =  $২w$  গ্রাম।

অতএব, ১ গ্রাম-অণু হাইড্রোজেন অণুর সংখ্যা হইবে =  $\frac{১ \text{ গ্রাম}}{২w \text{ গ্রাম}} = \frac{১}{২w}$

(খ) অ্যামোনিয়া গ্যাসের ঘনত্ব দেখা গিয়াছে = ৮.৫।

অতএব, অ্যামোনিয়াব আণবিক গুরুত্ব =  $২ \times ৮.৫ = ১৭$ ।

অর্থাৎ, অ্যামোনিয়াব একটি অণু একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অপেক্ষা ১৭ গুণ ভারী।

অতএব, অ্যামোনিয়ার একটি অণুর প্রকৃত ওজন =  $১৭w$  গ্রাম।

এক গ্রাম অণু অ্যামোনিয়াতে অণুর সংখ্যা হইবে =  $\frac{১৭ \text{ গ্রাম}}{১৭w \text{ গ্রাম}} = \frac{১}{w}$ ।

(গ) কার্বন ডাই-অক্সাইডের ঘনত্ব = ২২।

∴ কার্বন ডাই-অক্সাইডের আণবিক গুরুত্ব =  $২ \times ২২ = ৪৪$ ।

অর্থাৎ, কার্বন ডাই-অক্সাইডের একটি অণু একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অপেক্ষা ৪৪ গুণ ভারী।

কার্বন ডাই-অক্সাইডের একটি অণুর ওজন =  $৪৪w$  গ্রাম

অতএব, এক গ্রাম-অণু কার্বন ডাই-অক্সাইডে অণুর সংখ্যা হইবে

$$= \frac{৪৪ \text{ গ্রাম}}{৪৪w \text{ গ্রাম}} = \frac{১}{w}$$

দেখা যাইতেছে যে যে-কোন পদার্থের এক গ্রাম-অণুতে, অণুর সংখ্যা একই হইবে। এক গ্রাম-অণুব ভিত্তিতে যত সংখ্যক অণু আছে তাহাকে অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা (Avogadro's number) বলে। এই সংখ্যার পরিমাণ,  $৬ \times ১০^{২৩}$ ।

যেহেতু যে কোন রকম পদার্থের এক গ্রাম-অণুতে একই সংখ্যক অণু আছে, উহাদের আয়তনও অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুযায়ী একই হইবে। অতএব, আমরা বলিতে পারি, নির্দিষ্ট উষ্ণতায় ও চাপে যে কোন পদার্থের গ্যাসীয় অবস্থায় এক গ্রাম-অণুর আয়তন একই হইবে।

(ক) এগন, হাইড্রোজেনের এক গ্রাম-অণু = ২ গ্রাম

হাইড্রোজেনের প্রমাণ ঘনত্ব = ০০০০২ গ্রাম (প্রতি ঘন.) সেন্টিমিটার

∴ প্রমাণ অবস্থায় এক গ্রাম-অণু হাইড্রোজেনের আয়তন

$$= \frac{2}{0.00002} \text{ ঘন সেন্টিমিটার}$$

$$= 22222 \text{ ঘন সেন্টিমিটার}$$

$$= 22.2 \text{ লিটার}$$

(খ) অ্যামোনিয়ার এক গ্রাম-অণু = ১৭ গ্রাম ; উহার ঘনত্ব = ৮.৫

অতএব, গ্রাম হিসাবে, অ্যামোনিয়ার প্রমাণ ঘনত্ব = ৮.৫ × ০০০০২ গ্রাম

∴ প্রমাণ অবস্থায় এক গ্রাম-অণু অ্যামোনিয়ার আয়তন

$$= \frac{17}{8.5 \times 0.00002} = \frac{2}{0.00002} = 22.2 \text{ লিটার}$$

(গ) জলের এক গ্রাম-অণু = ১৮ গ্রাম ; জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব = ২

অতএব, গ্রাম হিসাবে বাষ্পের প্রমাণ ঘনত্ব = ২ × ০০০০২ গ্রাম

∴ প্রমাণ অবস্থায়, এক গ্রাম-অণু জলীয় বাষ্পের আয়তন

$$= \frac{18}{2 \times 0.00002} = \frac{2}{0.00002} = 22.2 \text{ লিটার}$$

প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে যে কোন গ্যাসীয় পদার্থের এক গ্রাম-অণুর আয়তন হইবে ২২.২ লিটার।

হাইড্রোজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব ১ না ধরিয়া যদি অক্সিজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব ১৬ ধরিয়া হিসাব করা যায়, তবে গ্রাম-অণুর আয়তন ২২.২ লিটারের পরিবর্তে ২২.৪ লিটার হইবে।

[ হাইড্রোজেন = ১, অক্সিজেন = ১৬.৮৮,

$$\cdot \text{অক্সিজেন} = ১৬, \text{ হাইড্রোজেন} = \frac{১৬}{১৬.৮৮} = ১.০০৮$$

$$\text{অতএব, গ্রাম-অণুর আয়তন} = \frac{2 \cdot 016}{0.0009} = 22.8 \text{ লিটার }]$$

সুতরাং স্বচ্ছন্দে বলা যাইতে পারে যে প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে ২২.৪ লিটার আয়তনবিশিষ্ট যে কোন গ্যাসীয় পদার্থের ওজন উহার এক গ্রাম-অণুর সমান, এবং সেই সংখ্যাটি পদার্থটির আণবিক গুরুত্ব হইবে। যেমন, প্রমাণ অবস্থায় ২২.৪ লিটার অক্সিজেনের ওজন ৩২ গ্রাম, অতএব এক গ্রাম-অণু অক্সিজেন = ৩২ গ্রাম, এবং অক্সিজেনের আণবিক গুরুত্ব = ৩২।

(৪) বিভিন্ন গ্যাসের সংযোগে যে সকল পদার্থ উৎপন্ন হয়, আয়তনের অনুপাত হইতে অ্যামোনিয়া প্রকরণের সাহায্যে উহাদের সঙ্কেত নির্ণয় সম্ভব। দুই একটি উদাহরণ হইতে ইহা সহজেই বুঝা যাইবে।

(ক) পরীক্ষা হইতে জানা গিয়াছে—

এক ঘনায়তন নাইট্রোজেন এবং তিন ঘনায়তন হাইড্রোজেন সংযুক্ত হইয়া দুই ঘনায়তন অ্যামোনিয়া হয়।

প্রতি ঘনায়তন গ্যাসে যদি 'n' সংখ্যক অণু থাকে, তাহা হইলে বলা যায় ২n অণু অ্যামোনিয়ার জন্য n অণু নাইট্রোজেন এবং ৩n অণু হাইড্রোজেন প্রয়োজন। অর্থাৎ অ্যামোনিয়ার ১টি অণু —ই অণু নাইট্রোজেন এবং ৩ অণু হাইড্রোজেন।

∴ ১টি অ্যামোনিয়া অণু = ১টি নাইট্রোজেন পরমাণু + ৩টি হাইড্রোজেন পরমাণু ( কারণ, নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন উভয়েই দ্বি-পরমাণুক )

অতএব, অ্যামোনিয়ার সঙ্কেত,  $\text{NH}_3$ ।

(খ) পরীক্ষায় দেখা গিয়াছে

২ ঘনায়তন বাষ্প উৎপাদনে ২ ঘনায়তন হাইড্রোজেন এবং ১ ঘনায়তন অক্সিজেন প্রয়োজন।

প্রতি ঘনায়তন গ্যাসে যদি n সংখ্যক অণু থাকে, তাহা হইলে,

২n বাষ্পীয় অণু = ২n হাইড্রোজেন অণু + n অক্সিজেন অণু।



অর্থাৎ ১টি বাষ্পীয় অণু ১টি হাইড্রোজেন অণু + ১ অক্সিজেন অণু  
২টি হাইড্রোজেন পরমাণু + ১টি অক্সিজেন পরমাণু।

∴ জলীয় বাষ্পের সংকেত হইবে,  $H_2O$ ।

### (৫) পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় :

অ্যাভোগাড্রো-প্রকল্পের সাহায্যে মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব স্থির করাও সম্ভব।

মৌলিক পদার্থগুলি একই রকম পরমাণুসমন্বয়ে গঠিত এবং এই পরমাণুগুলি অবিভাজ্য। সুতরাং বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের সমন্বয়ে যখন যৌগিক পদার্থ রচিত হয় তখন কোন মৌলিক পদার্থেরই একটির চেয়ে কম পরমাণু উহাতে থাকিতে পারে না। এই সত্যের উপর নির্ভর করিয়া ক্যানিজারো মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব স্থির করেন। ইহার জন্য নিম্নলিখিত পরীক্ষা প্রয়োজন।

(ক) যে মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব জানা প্রয়োজন, উহা বকতকগুলি যৌগিক পদার্থ লইতে হইবে। এষ্ট যৌগিক পদার্থগুলি গ্যাস অথবা উদ্বায়ী বস্তু হওয়া চাই। প্রত্যেকটি পদার্থের গ্যাসীয় ঘনত্ব বাতির করিয়া উহা হইতে পদার্থগুলির আণবিক গুরুত্ব বা গ্রাম-অণু নির্ধারণ করিতে হইবে।

(খ) ন সকল যৌগিক পদার্থ বিশ্লেষণ করিয়া উহাদের গ্রাম-অণু পরিমাণ বস্তুতে সেই মৌলিক পদার্থের কতটা আছে, তাহা নির্ণয় করিতে হইবে।

যদি বহুসংখ্যক যৌগিক পদার্থ এইভাবে পরীক্ষা করা যায় তবে অন্তত, একটি পদার্থ পাওয়া যাইবে যাহার অণুতে সেই মৌলিক পদার্থের একটি মাত্র পরমাণু বর্তমান। এইরূপ বিশ্লেষণের ফলে সেই মৌলিক পদার্থের যে নিম্নতম পরিমাণ পাওয়া যাইবে, তাহাকেই উহার পারমাণবিক গুরুত্ব বলা হয়। কারণ, উহা চেষ্টা করে কম পরিমাণ অংশ কোন যৌগিক পদার্থে থাকে না, এবং একটির চেয়ে কম সংখ্যক পরমাণুও কোন যৌগিক পদার্থে থাকিতে পারে না।

উদাহরণ স্বরূপ কার্বনের পারমাণবিক গুরুত্ব-নির্ণয় দেখা যাইতে পারে।  
পরীক্ষা দ্বারা নিম্নলিখিত ফল পাওয়া গিয়াছে।

কার্বনের উদাহরণ	দল	আণবিক গুরুত্ব	পদার্থের এক গ্রাম-অণুতে যে পরিমাণ কার্বন আছে
কার্বন মনোক্সাইড	১৪	২৮	১২
কার্বন ডাই-অক্সাইড	২২	৪৪	১২
মিথেন	৮	১৬	১২
ইথেন	১৫	৩০	২৪
অ্যাসিটিলিন	১৩	২৬	২৪
বেনজিন	৩৯	৭৮	৭২
লগন	১৭	৭৪	৪৮

অতএব দেখা যায়, কার্বনের যে কোন যৌগিক পদার্থের আণবিক গুরুত্বে ১২ ভাগ অথবা উহার কোন সরল গুণক ভাগ কার্বন থাকে। এমন কোনও কার্বনের যৌগিক পদার্থ পাওয়া যায় না যাহার এক গ্রাম-অণুতে ১২ ভাগের চেয়ে কম কার্বন আছে। কোনও যৌগিক পদার্থে একটি পরমাণুব চেয়ে কম কার্বন থাকিতে পারে না। অতএব কার্বনের পারমাণবিক গুরুত্ব ১২ হইবে।

\* \* \* \* \*

৯-৬। গ্রেহামের গ্যাস-ব্যাপন সূত্র ( Graham's Law of Gaseous Diffusion ) : গ্যাসীয় পদার্থের আর একটি সাধারণ ধর্মের কথা এখানে উল্লেখ করা যাইতে পারে। একাধিক গ্যাস একত্রিত হইলে উভাবা সম্পূর্ণরূপে মিশিয়া যায় এবং মিশ্রণটি সমস্ত হইয়া থাকে, ইহা আমাদের অভিজ্ঞতালব্ধ জ্ঞান। বাতাস অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের সমস্ত মিশ্রণ। বস্তুতঃ, সমস্ত গ্যাসীয় মিশ্রণই সমস্ত। এই ঘরের এক কোণে যদি একটু ক্লোরিন গ্যাস ছাড়িয়া দেওয়া হয়, অল্পক্ষণের ভিতরেই উহা ঘরের বাতাসের সঙ্গে সমান ভাবে মিশিয়া যাইবে এবং ঘরের সর্বত্র ক্লোরিনের অনুপাত একই দেখা যাইবে। ইহাকে গ্যাসের ব্যাপন বা ব্যাপ্তি ( Diffusion ) বলা হয়। ব্যাপন গ্যাস মাত্রেরই স্বাভাবিক ধর্ম।

আবার, অনেক সময় দেখা যায়, পাত্রের ভিতর কোন গ্যাস বন্ধ করিয়া রাখিলে, উহা পাত্রটির প্রাচীরের ভিতর দিয়া ধীরে ধীরে বাহির হইয়া আসে। যেমন, একটি রবারেব বেলনে হাইড্রোজেন রাখিলে কিছুক্ষণ পরে দেখা যায় যে উহা হইতে হাইড্রোজেন প্রায় বাহির হইয়া গিয়াছে। যে পাত্রে গ্যাস বাধা হয় তাহার প্রাচীর কঠিন পদার্থে তৈয়ারী। পদার্থ মাত্রেরই সচ্ছিদ্রতা (Porosity) বর্তমান। প্রাচীরের মধ্যে অণুগুলি ঠিক গায়ে গায়ে সংলগ্ন নহে, উহাদের মধ্যে ব্যবধান বা অবকাশ (intermolecular space) আছে। এই অবকাশের ভিতর দিয়া আস্তে আস্তে গ্যাসের অণুগুলি চলাচল করিতে পারে। সমস্ত পদার্থের সচ্ছিদ্রতা এক রকম নয়, স্ততবাং সকল রকম প্রাচীরের ভিতর দিয়া গ্যাসের এক রকমভাবে যাতায়াত সম্ভব নয়। বেলুন হইতে খুব সহজে হাইড্রোজেন বাহির হইয়া আসে বটে, কিন্তু একটি তামাব বাল্বেব ভিতর হাইড্রোজেন পুরিয়া রাখিলে তাহা আদৌ বাহির হইবে না।

যে কোন একটি নির্দিষ্ট সচ্ছিদ্র প্রাচীরের ভিতর দিয়া সেকেন্ডে যতদূর গ্যাস নিগত হয় তাহাকে সেই গ্যাসের ব্যাপন বেগ (velocity of diffusion) বলা যাইতে পারে। যদি সেকেন্ডে একটি নির্দিষ্ট প্রাচীরের ভিতর দিয়া ১ ঘন সেন্টিমিটার একটি গ্যাস বাহিরে আসে, তাহা হইলে প্রতি সেকেন্ডে সেই গ্যাসের ব্যাপন বেগ হইবে  $\frac{1}{4}$  ঘন সেন্টিমিটার। বলা বাহুল্য গ্যাসের চাপ ও উষ্ণতার উপর এই বেগ নির্ভর করে। গ্যাসের চাপ ও উষ্ণতা হ্রাস পাইবে, ব্যাপন বেগও হ্রাস পৌঁছাইবে।

আবার, একই উষ্ণতা ও চাপে একটি নির্দিষ্ট প্রাচীরের ভিতর দিয়া বিভিন্ন গ্যাস প্রতি সেকেন্ডে ভিন্ন ভিন্ন পরিমাণে নির্গত হয়। গ্যাসের ঘনত্বের উপর উহার ব্যাপন বেগ নির্ভর করে। যে গ্যাস যত বেশী ভারী, উহার ব্যাপন-বেগ তত কম। গ্রেহাম প্রথমে পরীক্ষার সাহায্যে ইহা প্রমাণ করেন এবং উহা বিস্ময়ে একটি সূত্র আবিষ্কার করেন। “নির্দিষ্ট চাপ এবং উষ্ণতায় কোন গ্যাসের ব্যাপন-বেগ উহার ঘনত্বের বর্গমূলের বিপরীত অনুপাতে পরিবর্তিত হয়।” ইহাই গ্রেহামের গ্যাস-ব্যাপন সূত্র।

গ্যাসের ঘনত্ব যদি  $d$  হয় এবং ব্যাপন-বেগ  $R$  হয়,

$$\therefore \text{তবে } R \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$$

$$\text{অথবা } R = \frac{k}{\sqrt{d}} \quad [k, \text{ নিত্য সংখ্যা}]$$

নির্দিষ্ট উষ্ণতায় ও চাপে একই প্রাচীরের ভিতর দিয়া দুইটি গ্যাসের ব্যাপন-বেগ বিচার করিলে,

$$R_1 = \frac{k}{\sqrt{d_1}}; \quad R_2 = \frac{k}{\sqrt{d_2}}.$$

$$\text{অথবা } \frac{R_1}{R_2} = \frac{\sqrt{d_2}}{\sqrt{d_1}}$$

যেহেতু আণবিক গুরুত্ব ঘনত্বের দ্বিগুণ, পদার্থ দুইটির আণবিক গুরুত্ব যদি  $M_1$  এবং  $M_2$  হয়, তাহা হইলে

$$\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} = \sqrt{\frac{M_2/2}{M_1/2}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

**আণবিক গুরুত্ব নির্ণয় :** পরীক্ষা দ্বারা যদি ব্যাপন-বেগ  $R_1$  এবং  $R_2$  স্থির করা যায় এবং একটি গ্যাসের আণবিক গুরুত্ব ( $M_1$ ) যদি জানা থাকে, তাহা হইলে এই সমীকরণের সাহায্যে অপরাপর গ্যাসটির আণবিক গুরুত্ব খুব সহজেই বাহির করা যায়।

দুইটি গ্যাসের একই আয়তন পরিমাণ গ্যাস (১ ঘন সেন্টিমিটার) যদি একই নির্দিষ্ট প্রাচীরের ভিতর দিয়া একই অবস্থায় বাহির হইয়া আসিতে  $t_1$  এবং  $t_2$  সেকেন্ড সময় লাগে—তাহা হইবে। উহাদের ব্যাপন গা. হইবে

$$R_1 = \frac{V}{t_1}, \quad R_2 = \frac{V}{t_2} \quad \text{এবং} \quad \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

$$\text{অথবা, } \frac{V/t_1}{V/t_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} \quad \text{অথবা} \quad \frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

**উদাহরণ।** একই আয়তন পরিমাণ হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন গ্যাস একটি সম্মুখ পর্দার ভিতর দিয়া বাহিরে আসিতে যথাক্রমে ১৬ সেকেন্ড এবং ৬৪ সেকেন্ড সময় লাগে। অক্সিজেনের আণবিক গুরুত্ব কত হইবে?

মনে কর, হাইড্রোজেন বা অক্সিজেনের আয়তন ছিল ৩ ঘন সেন্টিমিটার।

$$\text{অতএব, হাইড্রোজেনের ব্যাপন বেগ} = \frac{3}{16} = \frac{k}{\sqrt{D_H}}$$

$$\text{এবং অক্সিজেনের ব্যাপন-বেগ} = \frac{3}{64} = \frac{k}{\sqrt{D_O}}$$

[  $D_H$  এবং  $D_O$  হাইড্রোজেনের এবং অক্সিজেনের ঘনত্ব ]

## মাধ্যমিক রসায়ন বিজ্ঞান

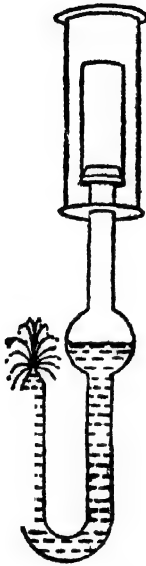
$$\text{অথবা } \frac{D_O}{D_H} = \sqrt{\frac{D_O}{D_H}}$$

$$\text{অর্থাৎ } \sqrt{D_O} = \frac{16}{2} \times \sqrt{D_H} = 8 \times 1 = 8$$

$$D_O = 64, \text{ অক্সিজেনের ঘনত্ব} = 16$$

অতএব অক্সিজেনের আণবিক গুরুত্ব  $= 2 \times 16 = 32$ ।

গ্যাসের ব্যাপন-বেগ যে উহার ঘনত্বের উপর নির্ভর করে তাহা খুব একটি সহজ প্রদর্শন সাহায্যে প্রমাণ করা সম্ভব।



গ্যাস ব্যাপন

ব্যাপন-বেগ কম হইবে।

**পরীক্ষা :** শাটর অথবা প্রলেপ বিহীন পাসেলীনের একটি বীকান লইয়া উহার মুখটি একটি রবারের কব্জি দ্বারা লম্ব করিয়া দাও। উহাকে এখন উল্টাইয়া রাখিয়া ববার-কব্জির ভিতর দিয়া একটি U-নলের বাহ সংযুক্ত করিয়া লও। U-নলের অপর বাহটি অপেক্ষাকৃত ছোট হওয়া প্রয়োজন (পার্ব্বর্তী চিত্র)। U-নলের ভিতর থানিকটা রঙীন জল ভরিয়া বাধ। এখন বীকারটির ঠিক চাষিধিকি আর একটি বড় পাত্র রাখিয়া উক্ত ভিতর হাইড্রোজেন গ্যাস ছাড়িয়া দাও। দেখা যাহবে U-নলের ভিতর হইতে বর্ণীন জল বাহির হইয়া আসিতেছে। কারণ পাসেলীনের বীকারের ভিতর বায়ু আছে এবং বাহিবে হাইড্রোজেন আছে। হাইড্রোজেন অনেক লঘু বলিয়া অতি সহজে ভিতরে প্রবেশ কবে কিন্তু বাতাস ঘনতর বলিয়া অত সহজে বাহিবে আসিয়া পাবে না। ফলে ভিতরে গ্যাসের পরিমাণ বাড়িয়া যায়। চাপ-বৃদ্ধি ফলে U-নলের জল বাহির হইয়া আসে। ইহা হইতে স্পষ্টই প্রমাণিত হয় যে গ্যাসের ঘনত্ব বেশী হইলে

১। গ্রাহামের ব্যাপন-বেগ সূত্রটি বি উহা প্রমাণ করিতে বি পরীক্ষা করা যাইতে পারে। একটি সচ্ছন্দ পাত্র হইতে ১০০ ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন যদি ৫০ সেকেন্ডে বাহিবে যায়, ৫০০ ঘন সেন্টিমিটার ক্লোরিন বর্তক্ষে বাহিবে হইতে পারিবে ?

২। কার্বন ডাই অক্সাইড এবং ওজোনের ব্যাপন বেগের অনুপাত ২২ : ২৭। ওজোনের ঘনত্ব কত হইবে ? কার্বন ডাই অক্সাইডের ঘনত্ব = ২২।

৩। ২৪ ঘন সেন্টিমিটার বাতাস একটি প্রোচারের ভিতর দিয়া আসিতে ১৮ সেকেন্ড সময় লাগে। ২১ ঘন সেন্টিমিটার কার্বন ডাই-অক্সাইড সেই প্রোচারের ভিতর দিয়া আসিতে ১৯.৫ সেকেন্ড সময় নেয়। বাতাসের ঘনত্ব যদি ১৪.৪ হয় তবে কার্বন ডাই-অক্সাইডের আণবিক ওজন কত হইবে ?

৪। আয়তনের শতকরা ২০ ভাগ অক্সিজেন মিশ্রিত 'ওডোন' ১৭৫ সেকেন্ডে একটি পাত্র হইতে বাহিবে আসে। সেই একই আয়তনের অক্সিজেনের সময় লাগে মাত্র ১৬৮ সেকেন্ড। ওডোনের ঘনত্ব নির্ণয় কর।

## দশম অধ্যায়

### যোজ্যতা ও যোজনভার

১০-১। যোজ্যতা (Valency) বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের নির্দিষ্ট সংখ্যক পরমাণুর রাসায়নিক সংযোগে যৌগিক পদার্থের অণুর সৃষ্টি হয়। যে কোন যৌগিক পদার্থের অণুতে উহার বিভিন্ন পরমাণুর সংখ্যাগুলি নির্দিষ্ট। তইটি হাইড্রোজেন, একটি সালফার ও চারিটি অক্সিজেন পরমাণু দ্বারা একটি সালফিউরিক অ্যাসিডের অণু রচিত হয়। এই সংখ্যাগুলির ব্যতিক্রম হইতে পারে না।

বিশ্লেষণের ফলে দেখা যায়, বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের যে সকল পরমাণু অপর একটি মৌলিক পদার্থের একটি পরমাণুর সহিত পৃথকভাবে যুক্ত হয়, তাহাদের সংখ্যা এক নয়। যেমন, হাইড্রোজেন, ম্যাগনেসিয়াম, কার্বন, ফসফরাস ইত্যাদি সকলেই অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হইয়া তিন ভিন্ন ভিন্ন যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি করে। কিন্তু একটি অক্সিজেন পরমাণুর সঙ্গে ঐ সকল মৌলিক পদার্থের বিভিন্ন সংখ্যক পরমাণু যুক্ত হয়। যথা :—

	সঙ্গে	একটি অক্সিজেন পরমাণুর সঙ্গে মিলিত অপর পরমাণু সংখ্যা
১। জল	$H_2O$	২
২। ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড	$MgO$	১
৩। কার্বন ডাই-অক্সাইড	$CO_2$	১/২
৪। ফসফরাস পেন্টোক্সাইড	$P_2O_5$	২/৫

অতএব দেখা যায়, ম্যাগনেসিয়াম, হাইড্রোজেন, কার্বন ইত্যাদির পরমাণু-গুলি ভিন্ন ভিন্ন সংখ্যাতে একটি অক্সিজেন পরমাণুর সহিত মিলিত হইতে পারে। কেবলমাত্র অক্সিজেনের সঙ্গে নয়, অন্যান্য মৌলিক পদার্থের সহিত সংযোগ-কালেও একই অবস্থার উদ্ভব হয়। হাইড্রোজেনের সহিত রাসায়নিক মিলনেও বিভিন্ন মৌলিক পদার্থ বিভিন্ন সংখ্যাতে যুক্ত হইবে। যথা—

	সঙ্কেত	বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের একটি পরমাণুব- সহিত যুক্ত হাইড্রোজেন পরমাণুব-সংখ্যা
১। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড	HCl	১
২। জল	H <sub>2</sub> O	২
৩। অ্যামোনিয়া	NH <sub>3</sub>	৩
৪। মিথেন	CH <sub>4</sub>	৪

ক্লোরিনের একটি পরমাণু একটিমাত্র হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত যুক্ত হয়, কিন্তু একটি অক্সিজেন পরমাণু দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত মিলিত হয়। স্পষ্টতঃই বুঝা যায় যে বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পরমাণুগুলির হাইড্রোজেনের সহিত সংযুক্ত হওয়ার ক্ষমতা বিভিন্ন। মৌলিক পদার্থের রাসায়নিক সংযোগের এই ক্ষমতাকে সাধারণতঃ উহাদের 'যোজ্যতা-ক্ষমতা' বা 'যোজ্যতা' (valency) বলা হয়।

একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত একাধিক অণু কোন পরমাণু যুক্ত হইয়াছে এমন কোন যৌগিক পদার্থ দেখা যায় না।\* অর্থাৎ, অণু কোন মৌলিক পদার্থের একটি পরমাণুর সহিত একটির চেয়ে কম হাইড্রোজেন পরমাণু সংযুক্ত হইতে পারে না। এই কারণেই মৌলিক পদার্থগুলির যোজ্যতা হাইড্রোজেনের ভিত্তিতে স্থির কবা হয়। মৌলিক পদার্থটির একটি পরমাণুর সহিত যত সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত হয়, তাহাকেই ইহার যোজ্যতা ধরা হয়। জলের অণুতে একটি অক্সিজেন পরমাণুর সহিত দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকে। সুতরাং, অক্সিজেনের যোজ্যতা দুই অথবা অক্সিজেন দ্বিযোজী। একটি নাইট্রোজেন পরমাণু তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সমন্বয়ে অ্যামোনিয়ার সৃষ্টি করে, অতএব নাইট্রোজেনের যোজ্যতা তিন, বা নাইট্রোজেন ত্রিযোজী। কোন মৌলিক পদার্থের যোজ্যতা বলিতে একটি

\* N<sub>2</sub>H—হাইড্রাজিক অ্যাসিড একমাত্র ব্যতিক্রম।

রাশি বা সংখ্যা বুঝায় এবং সেই সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণু উহার একটি পরমাণু সহিত যুক্ত হইয়া যৌগিক পদার্থের সৃজন করে।

আবগন, হিলিয়াম প্রভৃতি কয়েকটি মৌলিক পদার্থ অল্প কোন পদার্থের সহিত রাসায়নিক সংযোগে অংশ গ্রহণ করে না। ইহাদের কোন বোজন-ক্ষমতা নাই, অর্থাৎ, ইহারা শূন্যযোজী। অল্পাংশ মৌলিক পদার্থগুলির যোজ্যতা এক হইতে আট পর্যন্ত হইতে পারে। যেমন :—

একযোজী—হাইড্রোজেন ক্লোরিন।

দ্বিযোজী—ম্যাগনেসিয়াম ক্যালসিয়াম অক্সিজেন।

ত্রিযোজী—নাইট্রোজেন বোশন, অ্যালুমিনিয়াম।

চতুষ্টয়ী—কার্বন সিলিকন।

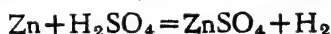
পঞ্চযোজী—ফসফরাস আর্সেনিক।

ষড়যোজী—ক্রোমিয়াম সেলেনিয়াম

সপ্তযোজী—ম্যাঙ্গানিজ।

অষ্টযোজী—অসমিয়াম।

কোন কোন মৌলিক পদার্থ প্রত্যক্ষভাবে হাইড্রোজেনের সঙ্গে সংযুক্ত হয় না, যেমন জিঙ্ক, কপাচ ইত্যাদি। ইহাদের যোজ্যতা অল্প কোন যৌগিক পদার্থ হইতে ইহা বা যতটা হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত করিতে পারে তদ্বাচা নিরূপিত হয়। যেমন সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ার ফলে ডিক্সের একটি পদমাণু অ্যাসিড হইতে দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত করে। অতএব ডিক্সের যোজ্যতা দুই অর্থাৎ জিঙ্ক দ্বিযোজী।



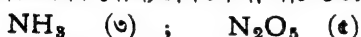
এমন মৌলিক পদার্থও আছে যাহাদের হাইড্রোজেনের সঙ্গে প্রত্যক্ষ সংযোগ সম্ভব নয় এবং কোন যৌগিক পদার্থ হইতে হাইড্রোজেনকে উহারা প্রতিস্থাপন করিতেও সক্ষম নয়। এই সকল ক্ষেত্রে ইহাদের যোজ্যতা অল্প কোন মৌলিক পদার্থের সহিত সংযোগ হইতে নিরূপণ করা হয়। গোল্ড (স্বর্ণ, Au) সোজাহুজি হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হয় না। কিন্তু উহার একটি পরমাণু তিনটি ক্লোরিন পরমাণুর সহিত মিলিয়া গোল্ড ক্লোরাইড (AuCl<sub>3</sub>) সৃষ্টি করে। ক্লোরিনের যোজ্যতা এক, অতএব, তিনটি ক্লোরিন পরমাণু তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত যুক্ত হইতে পাবে। অতএব, গোল্ডের যদি হাইড্রোজেনের সহিত মিলন সম্ভব হইত, তবে উহার একটি



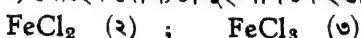
পরমাণু তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত যুক্ত হইত। সুতরাং গোল্ডের যোজ্যতা তিন অর্থাৎ স্বর্ণ ত্রিযোজী।

হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, সোডিয়াম, ক্লোরিন প্রভৃতি বহু মৌলিক পদার্থেরই যোজ্যতা নির্দিষ্ট, কিন্তু আবার এমন অনেক মৌলিক পদার্থ আছে যাহাদের একাধিক যোজ্যতা বা যোজন-ক্ষমতা থাকিতে পারে। উদাহরণ-স্বরূপ, নাইট্রোজেন, ফসফরাস, আয়রন, কপার ইত্যাদির নাম করা যাইতে পারে। ইহাদের যোজ্যতা ভিন্ন ভিন্ন ক্ষেত্রে বিভিন্ন হইতে পারে অর্থাৎ ইহাদের যোজনক্ষমতা পরিবর্তনশীল (variable valency)। যেমন :—

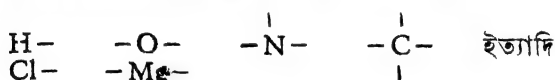
নাইট্রোজেনের যোজ্যতা তিন বা পাঁচ উভয়ই হইতে পারে :—



আবার, লৌহের যোজ্যতা দুই বা তিন হওয়া সম্ভব :—



১০-২। সংযুক্তি-সঙ্কেত (Structural formula) : সহজে বুঝিবার জন্য মৌলিক পদার্থের যোজ্যতাকে সাধারণতঃ পরমাণুর পাশে ছোট ছোট লাইন বা রেখা দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যাহার যত যোজ্যতা, সেই পরমাণুর পাশে ততটা রেখা থাকিবে। এই রেখাগুলিকে আমরা উহার যোজক বা বাহু (Bonds) বলিতে পারি। যেমন :—



(বস্তুতঃ পরমাণুগুলির কোন বাহু থাকিতে পারে না, ইহা আমাদের কল্পনা মাত্র)।

রাসায়নিক মিলনের সময় পরস্পরের এই বাহুগুলি সম্মিলিত হয় এবং এই মিলনের সময় উহার দুইটি নিয়ম মানিয়া থাকে।

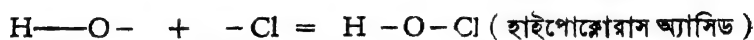
(ক) কোন পরমাণুর একটি বাহু অপর কোন পরমাণুর একটি মাত্র বাহুর সহিত সংযুক্ত হইতে পারে। একটি বাহুর সঙ্গে অন্য পরমাণুর একাধিক বাহু মিলিত হওয়া সম্ভব নহে।

(খ) যৌগিক অণুর গঠনকালে, উহার সমস্ত পরমাণুর সকল বাহুকেই পরস্পরের সহিত যুক্ত থাকিতে হইবে। কোন পরমাণুর কোন বাহুই সাধারণতঃ মুক্ত অবস্থায় (free state) থাকিতে পারিবে না।

যেমন, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের সংযোগ কালে যদি একটিমাত্র হাইড্রোজেন পরমাণু একটি অক্সিজেনের পরমাণুর সঙ্গে মিলিত থাকে, তাহা হইলে অক্সিজেনের একটি বাহু মুক্ত থাকিবে। ইহা সম্ভব নয়।



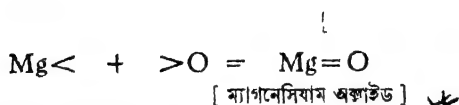
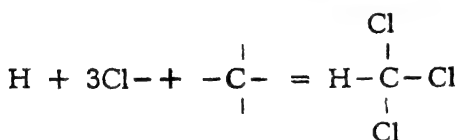
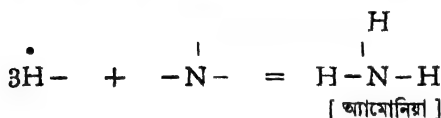
অক্সিজেনের অপর বাহুটি অন্য পরমাণুর একটি বাহু দ্বারা যুক্ত হইতে হইবে। যদি আর একটি হাইড্রোজেন পরমাণু আসিয়া ইহাকে পূর্ণ করে, তবে জলের অণু গঠিত হইবে। অথবা যদি ক্লোরিনের একটি পরমাণু দ্বারা উহা যুক্ত হয় তবে হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড হইবে।



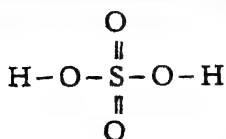
এইভাবে বিভিন্ন বস্তুর অণুর গঠন প্রকাশ করা সম্ভব।



[ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ]



যোজ্যতার সাহায্যে অণুর সংকত এই প্রকর ভাবে প্রকাশ করিলে উহার আভ্যন্তরিক গঠন জানা সম্ভব। এই বকর্য সঙ্কেতকে সংযুতি-সঙ্কেত ( Structural formulae ) বলা হয়। যেমন :—



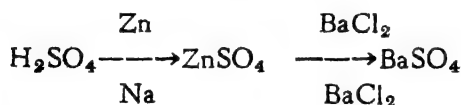
সালফিউরিক অ্যাসিড



সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড

হাইড্রোজেন একষোজী, উহার একটি যোজক বা বাহ, আছে। অত্ৰ বে কোন পরমাণুর এক বা একাধিক বাহ থাকে। কোন একটি পরমাণু হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হওয়ার সময় উহার ষতটা যোজক উহা ততটা হাইড্রোজেন পবমাণু গ্রহণ করিবে এবং এই হাইড্রোজেন পরমাণুর সংখ্যাবারা সেই মৌলিক পদার্থেব যোজ্যতা স্থির হইবে। যেহেতু হাইড্রোজেন পরমাণু অবিভাণ ষত হাইড্রোজেন পবমাণু যুক্ত হইবে তাহা একটি পূর্ণ সংখ্যা হইতেই হইবে। অতএব কোন মৌলিক পদার্থের যোজ্যতাই ১, ২, ৩, ৪ ইত্যাদি পূর্ণ সংখ্যা ছাড়া হইতে পাবে না।

১০-৩। **যৌগমূলক (Radical) :** অনেক সময় দেখা যায় যে শিক পদার্থের অণুর ভিতর কতকগুলি পরমাণু একত্রে সজ্জবদ্ধ হইয়া থাকে। সেই যৌগিক পদার্থটি যখন বাসায়নিক পবিবতনের ফলে অত্ৰ কোন পদার্থে পরিণত হয় তখন সেই দলবদ্ধ পরমাণুগুঞ্জ অবিকৃত অবস্থায় নূতন পদার্থেব অণুতে অনিয়্যা স্থান লয়। যেমন,

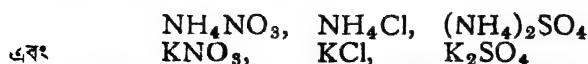


অথবা,  $\text{H}_2\text{CO}_3 \text{ ---} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ ---} \longrightarrow \text{BaCO}_3$  ইত্যাদি।

এই সকল পদার্থে  $\text{SO}_4$  বা  $\text{CO}_3$  এই পবমাণুগোষ্ঠী একটি অণু হইতে অপর অণুতে অপরিবর্তিত অবস্থায় চলিয়া যায়।

$\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Br}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  প্রভৃতি সম্পূর্ণ বিভিন্ন পদার্থ এবং স্বভাবতই উহাদেব অণুগুলিও বিভিন্ন হইবে, কিন্তু প্রতিটি অণুতেই ‘ $\text{NH}_4$ ’ এই পরমাণুদল বর্তমান।

$\text{SO}_4$ ,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4$  ইত্যাদি এই সকল পবমাণু-সমবায়ের কোন পৃথক অস্তিত্ব নাহ। কিন্তু বাসায়নিক বিক্রিয়াতে হহাবা মৌলিক পদার্থের পবমাণুর মত ব্যবহাব কবে। যেমন,



এই রকম পরমাণুদলকে “**যৌগিক মূলক**” (Radical) বা **যৌগ-মূলক** বলা হয়। দেখা যাইতেছে ‘ $\text{SO}_4$ ’ যৌগমূলক দুইটি হাইড্রোজেনের

সঙ্গে যুক্ত থাকিয়া সালফিউরিক অ্যাসিড সৃষ্টি করে ( $H_2SO_4$ )। তাহা হইলে ' $SO_4$ ' মূলকের যোজ্যতা দুই। প্রত্যেক মূলকেরই পরমাণুর মত যোজ্যতা আছে। নিম্নে কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হইল।

নাম	মূলক	যোজ্যতা	নাম	মূলক	যোজ্যতা
অ্যামোনিয়াম	$NH_4$	১	ফসফেট	$PO_4$	৩
কার্বনেট	$CO_3$	২	নাইট্রাইট	$NO_2$	১
নাইট্রেট	$NO_3$	১	হাইড্রক্সল	$OH$	১
সালফেট	$SO_4$	২	বোরেট	$BO_3$	৩

১০-৪। **যোজ্যতা ও সংকেত :** যৌগিক পদার্থের অণুতে বিভিন্ন পরমাণু কি কি সংখ্যায় থাকিবে তাহা উহাদের যোজ্যতাব উপর নির্ভব করে। যোজ্যতা জানা থাকিলে দুইরকম বিভিন্ন পদমাণু কি অন্ত্রপাতে যুক্ত হইবে তাহা সহজেই বাহির করা যায়। মনে রাখিতে হইবে, পরমাণু-গুলির সংযুতির সময় উহাদের সমস্ত যোজকগুলিই সম্মিলিত হইতে হইবে। মনে কর, 'ক' মৌলের  $n_1$ -সংখ্যক পদমাণু, 'খ' মৌলের  $n_2$ -সংখ্যক পরমাণুর সহিত যুক্ত হইবে।

ক'এর পরমাণুব যোজ্যতা  $\times_1$ , 'খ'এর পরমাণুর যোজ্যতা  $\times_2$ ।

∴ 'ক'এর পদমাণুর মোট যোজ্যতা  $n_1 \times \times_1$

'খ'এর পরমাণুব মোট যোজ্যতা  $= n_2 \times \times_2$

যেহেতু, উভয়ের সমস্ত যোজ্যতা পরস্পর যুক্ত হইবে

$$\therefore n_1 \times_1 = n_2 \times_2$$

$$\text{অথবা, } n_1 = \frac{n_2 \times_2}{\times_1}$$

$$n_2 = \frac{n_1 \times_1}{\times_2}$$

অর্থাৎ যৌগেব ভিত্তর পদমাণুব সংখ্যাব অন্ত্রপাত উহাদের যোজ্যতার বিপরীত অন্ত্রপাতে হইবে।

অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডে অ্যালুমিনিয়াম ও অক্সিজেন আছে। উহাদের যোজ্যতা,  $Al=৩$ ,  $O=২$ , অতএব অ্যালুমিনিয়ামের অক্সাইডের সংকেত হইবে  $Al_2O_3$ ।

সালফেট ( $SO_4$ ) মূলকের যোজ্যতা ২, ক্রোমিয়ামের যোজ্যতা ৩, সুতরাং ক্রোমিয়াম সালফেটের সংকেত  $Cr_2(SO_4)_3$ ।

নিম্নে আবণ্ড কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হইল :

নাম	যোজ্যতা	সংকেত
ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড	$Ca=২$ , $Cl=১$	$CaCl_2$
পটাসিয়াম আয়োডাইড	$K=১$ , $I=১$	$KI$

নাম	যোজ্যতা	সঙ্কেত
কপার নাইট্রেট	$\text{Cu} = ১, \text{NO}_3 = ১$	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
জিঙ্ক ফসফেট	$\text{Zn} = ২, \text{PO}_4 = ৩$	$\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$
অ্যামোনিয়াম কার্বনেট	$\text{NH}_4 = ১, \text{CO}_3 = ২$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
বেরিয়াম কার্বনেট	$\text{Ba} = ২, \text{CO}_3 = ২$	$\text{BaCO}_3$ *
মারকিউরিক অক্সাইড	$\text{Hg} = ২, \text{O} = ২$	$\text{HgO}$ *

১০-৫। যোজনভার বা তুল্যাঙ্কভার (Combining weight or Equivalent weight) :

বিভিন্ন যৌগিক পদার্থ বিশ্লেষণের ফলে দেখা যায় যে এক ভাগ ওজন হাইড্রোজেনের সঙ্গে

- ৩ ভাগ ওজন কার্বন,
- ৮ ভাগ ওজন অক্সিজেন,
- ১৬ ভাগ ওজন সালফার,
- ২০ ভাগ ওজন ক্যালসিয়াম,
- ২৩ ভাগ ওজন সোডিয়াম,
- ৩৫.৫ ভাগ ওজন ব্রোমিন,

অথবা ৮০ ভাগ ওজন বোমিন ইত্যাদি মিলিত হয়।

এই সকল মৌলিক পদার্থ যখন নিজেদের ভিতর সংযোগ সাধন করবে তখনও উপরোক্ত ওজনের অনুপাতে তাহারা মিলিত হইবে। অর্থাৎ, ওজনের হিসাবে ৩ ভাগ কার্বন ৩৫.৫ ভাগ ব্রোমিনের সহিত যুক্ত হইবে। বস্তুত, কার্বন টেটাক্লোরাইডে ( $\text{CCl}_4$ ) কার্বন এবং ক্লোরিনের ওজনের অনুপাত ৩ : ৩৫.৫।

অথবা, ২০ ভাগ ক্যালসিয়াম ৮০ ভাগ ব্রোমিনের সঙ্গে যুক্ত হইবে। ক্যালসিয়াম ব্রোমাইডে ( $\text{CaBr}_2$ ) উহা বা ঠিক এই অনুপাতেই থাকে।

ওজন হিসাবে ৩৫.৫ ভাগ ব্রোমিন বাস্তবিক পক্ষে ৩ ভাগ কার্বন, ৮ ভাগ অক্সিজেন, ১৬ ভাগ সালফার, ২০ ভাগ ক্যালসিয়াম অথবা ২৩ ভাগ সোডিয়ামের সঙ্গেই যুক্ত হয়।

মৌলিক পদার্থগুলির প্রত্যেকেই ঐ সকল ওজনে এক ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইয়া থাকে। অতএব বলা যাইতে পারে, ২৩ ভাগ ওজনের সোডিয়াম, ৩ ভাগ ওজনের কার্বন, বা ৮০ ভাগ ওজনের ব্রোমিন ইত্যাদির যোজন-ক্ষমতা সমতুল্য। এই কারণে মৌলিক পদার্থের এই

\* যোজ্যতার সরল অনুপাত ব্যবহার্য।

সংখ্যাগুলিকে যোজনভার ( Combining weight ) অথবা তুল্যাক্তভার ( Equivalent weight ) বলা হয়।

কোন মৌলিক পদার্থের যত পরিমাণ ওজন একভাগ ওজনের হাইড্রোজেনের সঙ্গে যুক্ত হয় উহাকে সেই মৌলিক পদার্থের যোজনভার বা তুল্যাক্তভাব বলা যাইতে পারে।

আমরা দেখি, ১ গ্রাম হাইড্রোজেন ৮ গ্রাম অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়, অথবা ১ পাউণ্ড হাইড্রোজেন ৩ পাউণ্ড কার্বনের সঙ্গে মিলিত হয়। অক্সিজেন ও কার্বনের যোজনভাব যথাক্রমে ৮ এবং ৩।

যদি গ্রাম বা পাউণ্ড ইত্যাদিতে না লইয়া হাইড্রোজেনের ওজনকে উহার পারমাণবিক গুরুত্বে ( $H=1$ ) প্রকাশ করা যায় তাহা হইলে অক্সিজেন ও কার্বনের যোজনভারও সেই ৮ এবং ৩ হইবে। পারমাণবিক গুরুত্বের ভিত্তিতে যোজনভার বা তুল্যাক্তভার প্রকাশ করিলে উহাকে **তুল্যাক্ত গুরুত্ব** বলাই সমীচীন। এই তুল্যাক্ত গুরুত্ব (Equivalent or Equivalent weight) একটি সংখ্যা মাত্র, উহার কোন একক থাকিতে পারে না। এই তুল্যাক্ত গুরুত্বকে সাধারণতঃ রাসায়নিক **তুল্যাক্ত** অথবা কেবলমাত্র '**তুল্যাক্ত**' বলিয়া উল্লেখ করা হয়।

আয়োডিনের তুল্যাক্ত ১২৭ অর্থাৎ ১২৭ ভাগ ওজনেব আয়োডিন এক ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনেব সহিত সংযুক্ত হয়, ওজনের যে কোন এককই ধরা হউক না কেন।

যখন মৌলিক পদার্থটি সোজাসৃজি হাইড্রোজেনের সঙ্গে যুক্ত হয় না, তখন উহাব যত পরিমাণ ওজন কোন যৌগিক পদার্থ হইতে একভাগ ওজনের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিয়া তদ্বাণে উহাব তুল্যাক্ত নিরূপিত হয়। যেমন, ১২ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রোক্সারিক অ্যাসিড হইতে ১ গ্রাম হাইড্রোজেন বহিস্কৃত কবে, অতএব ম্যাগনেসিয়াম তুল্যাক্ত = ১২।

হাইড্রোজেনের বদলে অক্সিজেনের ভিত্তিতে তুল্যাক্ত নিরূপণ বর্তমান প্রথা। মৌলিক পদার্থটির যত পরিমাণ ওজন ৮ ভাগ ওজন অক্সিজেনের সহিত মিলিত হয়, উহাই সেই মৌলিক পদার্থটির তুল্যাক্ত।

অথবা, কোন মৌলিক পদার্থের যে পরিমাণ ওজন অন্য একটি মৌলিক পদার্থের তুল্যাক্ত-ভার ওজনের সহিত যুক্ত হয়, উহাকে তাহার তুল্যাক্ত বলা

বাইতে পারে। যেমন, ক্লোরিনের তুল্যাক্ষ ৩৫.৫। দেখা গিয়াছে ৩৫.৫ গ্রাম ক্লোরিনের সঙ্গে ১২ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম যুক্ত হয়, সুতরাং ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাক্ষ = ১২।

১০-৬। **তুল্যাক্ষ-অনুপাত সূত্র (Law of Equivalent Proportions)** : আমরা ইতিপূর্বে দেখিয়াছি দুইটি মৌলিক পদার্থ সর্বদাই তাহাদের তুল্যাক্ষের অনুপাতে যুক্ত হইয়া থাকে। যেমন, ৮ গ্রাম অক্সিজেন ও ১ গ্রাম হাইড্রোজেন যুক্ত হয়, ৮ এবং ১ যথাক্রমে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের তুল্যাক্ষ।

যখন দুইটি মৌলিক পদার্থ একাধিক যৌগিক পদার্থ গঠন করিতে পারে তখন উহারা উহাদের তুল্যাক্ষের কোন সৰল গুণিতকের অনুপাতে মিলিত হয়। যেমন, সোডিয়াম (তুল্যাক্ষ ২৩) এবং অক্সিজেন (তুল্যাক্ষ ৮) দুইটি যৌগিক পদার্থ উৎপাদন করে—সোডিয়াম মনোক্সাইড ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) এবং সোডিয়াম পারঅক্সাইড ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ )।



সোডিয়াম মনোক্সাইডে উহাদের ওজনের অনুপাত = ২৩ : ৮

সোডিয়াম পারঅক্সাইডে উহাদের ওজনের অনুপাত = ২৩ : ১৬

অতএব, “মৌলিক পদার্থগুলি সংযোগকালে উহাদের নিজ নিজ তুল্যাক্ষ বা তুল্যাক্ষের কোন সৰল গুণিতকেব অনুপাতে মিলিত হয়।” ইহাই তুল্যাক্ষ-অনুপাত সূত্র।

যেহেতু ২৩ এবং ৮ সোডিয়াম ও অক্সিজেনের তুল্যাক্ষ, অতএব এক ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনের সঙ্গে ২৩ ভাগ ওজনের সোডিয়াম এবং ৮ ভাগ ওজনের অক্সিজেন পৃথকভাবে যুক্ত হইতে পারে। আধা ভাগ মিশ্রিতপাত ২৩ অনুসারে সোডিয়াম ও অক্সিজেন সংযোগকালে এই দুই সংখ্যার অনুপাতে বা তাহাদের সৰল গুণিতকেব অনুপাতে তাহারা মিলিত হইবে। বস্তুত, আমরা তাহাই দেখিয়াছি। সুতরাং মিশ্রিতপাত সূত্রটি মূলত, তুল্যাক্ষ-অনুপাত সূত্রেবই প্রকাশান্তর মাত্র।

১০-৭। **তুল্যাক্ষ ও পারমাণবিক গুরুত্ব (Equivalent and atomic weights)** : যে কোন মৌলিক পদার্থের একটি পরমাণু হাইড্রোজেনের সঙ্গে যৌগপদার্থ সৃষ্টি করিতে এক বা একাধিক পূর্ণসংখ্যক

হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত যুক্ত হইবে। 'X' নামক কোন মৌলিক পদার্থের হাইড্রোজেন যৌগিকের সঙ্কেত  $XH_1$ ,  $XH_2$ ,  $XH_3$  ইত্যাদি হইতে পারে। যদি 'X'-এর যোজ্যতা  $n$  হয়, তাহা হইলে উহার একটি পরমাণু  $n$  সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত যুক্ত হইতে পারে, এবং উহার সঙ্কেত হইবে  $XH_n$ ।

যদি মৌলিক পদার্থটির পারমাণবিক গুরুত্ব 'a' মনে করা যায়, তাহা হইলে আমরা বলিতে পারি,

$n$  সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত 'X'-এর একটি পরমাণু যুক্ত হয়।

অর্থাৎ, ওজনে 'n' ভাগ হাইড্রোজেন 'a' ভাগ 'X'-এর সহিত যুক্ত হয়।

( $\because H=1$ )

$\therefore$  ১ ভাগ হাইড্রোজেন  $\frac{a}{n}$  ভাগ 'X'-এর সহিত যুক্ত হয়।

কিন্তু এক ভাগ হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত মৌলিক পদার্থের পরিমাণ-ভাগকে উহার তুল্যাক্ষ বলা হয়। অতএব, "X" মৌলিক পদার্থের

$$\text{তুল্যাক্ষ} = \frac{a}{n} = \frac{\text{মৌলিক পদার্থটির পারমাণবিক গুরুত্ব}}{\text{যোজ্যতা}}$$

$\therefore$  মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব = তুল্যাক্ষ  $\times$  যোজ্যতা।  
পারমাণবিক গুরুত্ব নিরূপণে এই সমীকরণটির বিশেষ প্রয়োজন হইবে।

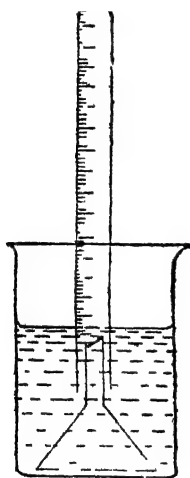
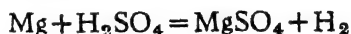
**১০-৮। তুল্যাক্ষ নির্ণয়ের পদ্ধতি (Determination of Equivalent Weights).** মৌলিক পদার্থের তুল্যাক্ষ নিরূপণের জন্য বিভিন্ন ক্ষেত্রে ভিন্ন ভিন্ন উপায় অবলম্বন করা হয়। কয়েকটি পদ্ধতির কথা নিম্নে আলোচনা করা হইল।

(১) অনেক সময় যৌগিক পদার্থ হইতে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন দ্বারা তুল্যাক্ষ নির্ণয় করা হয়।

কোন কোন ধাতব মৌলিক পদার্থের সহিত অ্যাসিডের বিক্রিয়ার ফলে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। অ্যাসিড হইতে একভাগ ওজনের হাইড্রোজেন উৎপন্ন করিতে যত ভাগ মৌলিক পদার্থ প্রয়োজন হইবে, তাহাই উহার তুল্যাক্ষ হইবে।



**ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাক্ষ নির্ণয়:** ০.২ গ্রাম পরিমাণ ম্যাগনেসিয়াম ধাতু লইয়া তৈল সাহায্যে উহার যথার্থ ওজন প্রথমে স্থির করা হয়। ম্যাগনেসিয়ামের টুকবাটি একটি বীকারে রাখিয়া একটি ফানেল দ্বারা উহা ঢাকিয়া দেওয়া হয় (চিত্র ১০ক)। তারপর বীকারে জল ঢালিয়া নলসহ সম্পূর্ণ ফানেলটি ডুবাইয়া দেওয়া হয়। একটি অংশাক্তিক নল জলে পূর্ণ করিয়া উহা ফানেলের উপর বসাইয়া দেওয়া হয়। বীকারের জলে অতঃপর গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া দেওয়া হয়। এই অ্যাসিড আন্তে আন্তে ফানেলের ভিতরে যায় এবং উহা ম্যাগনেসিয়ামের সংস্পর্শে আসা মাত্র হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। বুদ্ধবুদ্ধের আকারে এই হাইড্রোজেন উঠিয়া অংশাক্তিক নলে সঞ্চিত হয়।



চিত্র—১০ক

ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাক্ষ  
নির্ণয়

এইভাবে সমস্ত ম্যাগনেসিয়াম দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং উৎপন্ন হাইড্রোজেনটুকু সম্পূর্ণ উপরের নলে সংগ্রহ করা হয়। (বিক্রিয়াটি দ্রুততর করার জন্য একটু কপার সালফেট দেওয়া হয়।) বিক্রিয়া শেষ হইলে অংশাক্তিক নলটির মুখ আঙুল দিয়া বন্ধ করিয়া (যাহাতে বাহিবের বাতাস প্রবেশ না কবে) একটি বড় জলের পাত্রে স্থানান্তরিত করা হয়। উহাকে এমনভাবে বাঁথা হয় যাহাতে ভিতরের এবং বাহিবেব জল একই সমতলে থাকে, অর্থাৎ, হাইড্রোজেন গ্যাসটিকে সেই সময়ের বায়ুচাপে আনা হয়। এই অবস্থায় অংশাক্তিক নল হইতে হাইড্রোজেনের আয়তন স্থির করা হয়। ব্যারোমিটার হইতে সেই সময়কার বায়ুচাপ জানা যায় এবং একটি থার্মোমিটারের সাহায্যে জলের উষ্ণতা জানিয়া লওয়া হয়। ইহা হইতেই ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাক্ষ নির্ণয় সম্ভব।

**গণনা:** মনে কর,

ম্যাগনেসিয়ামের ওজন

=*w* গ্রাম।

সঞ্চিত হাইড্রোজেনের আয়তন

=*v* ঘন সেন্টিমিটার।

উষ্ণতা = *t*° সেন্টিগ্রেড,

এবং

বায়ুচাপ = *P* মিলিমিটার।

১° উক্তায় জলীয় বাষ্প-চাপ  $= f$  মিলিমিটার।

অতএব, হাইড্রোজেনের প্রকৃত চাপ  $= (P-f)$  মিলিমিটার।

প্রমাণ চাপ ও উক্তায় সেই হাইড্রোজেনের আয়তন যদি  $\theta'$  ঘন সেন্টিমিটার হয়,

$$\text{তাহা হইলে } \frac{\theta' \times ১৬০}{২৭৩} = \frac{\theta \times (P-f)}{২৭৩ + f}$$

$$\text{অথবা, } \theta' = \frac{\theta \times (P-f) \times ২৭৩}{(২৭৩ + f) \times ১৬০}$$

হাইড্রোজেনের প্রমাণ-ঘনত্ব = ..... গ্রাম, সুতরাং সঞ্চিত হাইড্রোজেনের ওজন =  $\theta' \times \dots\dots$

গ্রাম

অর্থাৎ,  $\theta' \times \dots\dots$  গ্রাম হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন করিতে  $\theta$  গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম প্রয়োজন।

∴ ১ গ্রাম হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন করিতে  $\frac{\theta}{\theta' \times \dots\dots}$  গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম প্রয়োজন।

অতএব, ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাক্ষ =  $\frac{\theta}{\theta' \times \dots\dots}$

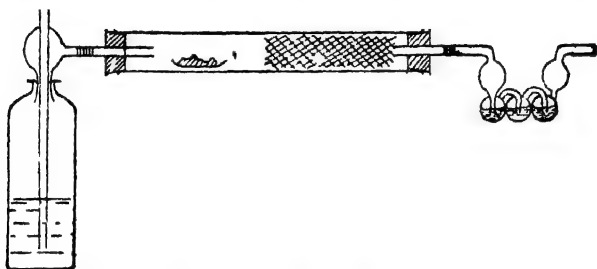
$$= \frac{\theta \times (২৭৩ + f) \times ১৬০}{\theta \times (P-f) \times ২৭৩ \times \dots\dots}$$

(২) অক্সিজেনের সহিত মৌলিক পদার্থের সংযোগে যে যৌগিক পদার্থ সৃষ্টি হয় তাহা বিশ্লেষণ কবিয়াও উহার তুল্যাক্ষ নিরূপণ করা যায়।

(ক) অনেক মৌলিক পদার্থ সহজে প্রত্যক্ষভাবে সম্পূর্ণরূপে অক্সিজেনের সহিত যুক্ত থাকে। মৌলিক পদার্থগুলি অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হইয়া যে যৌগিক পদার্থ সৃষ্টি করে তাহাকে অক্সাইড বলে। ৮ ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সঙ্গে যত পরিমাণ মৌলিক পদার্থ মিলিত হইবে, তাহাই উহার তুল্যাক্ষ হইবে।

**কার্বনের তুল্যাক্ষ নির্ণয় :** তোলা-সাহায্যে প্রথমে একটি ছোট পবিত্রকার পর্দেলীন বোট ওজন কবিয়া লওয়া হয়। উহাতে ০.২ গ্রাম পবিত্রকার বিশুদ্ধ কার্বন (চিনি হইতে প্রস্তুত) লইয়া উহাকে আবাব ওজন করা হয়। এই দুইটি ওজন হইতে কার্বনের যথার্থ ওজন জানা যাইবে। কার্বন-সহ এই বোটটি একটি পুরু ও শক্ত কাচেব নলের ভিতর রাখা হয়, কাচেব নলেব অপর অংশ কপাব-অক্সাইডে পূর্ণ করিয়া বাঁধা হয় (চিত্র ১০খ)। নলটিব দুইটি মুখ কঁকড়াবা বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। গ্যাস চলাচলের জন্য ঐ দুই কঁকের ভিতর দুইটি সরু নল জুড়িয়া দেওয়া হয়। যেদিকে কার্বন বোটটি থাকে, সেই প্রান্ত হইতে প্রবেশ-নলের ভিতর দিয়া শুষ্ক এবং বিশুদ্ধ অক্সিজেন

গ্যাস ভিতরে পরিচালনা করা হয়। এই অক্সিজেন প্রবাহে নলের মধ্যস্থিত বায়ু বিদ্যুত্বিত হইয়া যায়। একটি কঠিক-পটাস-পূর্ণ বাল্ব ওজন করা হয় এবং উহা অপর প্রান্তের নির্গম নলের সঙ্গে জুড়িয়া দেওয়া হয়। এখন একটি চুল্লীতে বড় নলটিকে উত্তপ্ত করা হয় এবং অক্সিজেন-প্রবাহ চলিতে থাকে। কার্বন পুড়িয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয় এবং অক্সিজেন দ্বারা চালিত হইয়া পটাস-বাল্বে প্রবেশ করে। কঠিক-পটাস কার্বন



চিত্র ১০খ—কার্বনের তুল্যাক নির্ণয়

ডাই-অক্সাইডের বিশোধক। সমস্ত কার্বন ডাই-অক্সাইড পটাস-বাল্বে শোষিত হয়। এইভাবে সমস্তটুকু কার্বনকে উহার অক্সাইডে পরিণত করিয়া পটাস-বাল্বে সংগ্রহ করা হয়। যদি কোন কার্বন মনোঅক্সাইড উৎপন্ন হয়, উহাও উত্তপ্ত কপার অক্সাইডের উপর দিয়া অতিক্রম করার সময় কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হইয়া যায়। এইজন্যই কপার অক্সাইড নলের ভিতর দেওয়া হয়। প্রক্রিয়ার শেষে চুল্লীটি নিভাইয়া দেওয়া হয়। কিন্তু ঠাণ্ডা না হওয়া পর্যন্ত অক্সিজেন প্রবাহ চলিতে থাকে। অতঃপর পটাস বাল্বটি খুলিয়া আবার উহার ওজন লওয়া হয়। কার্বন ডাই অক্সাইড বিশোধনের জন্য উহার ওজন বৃদ্ধি পাইবে। কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন হইতে সহজেই কার্বনের তুল্যাক বাহির করা যাইতে পারে।

গণনা : পার্সেলীন বোটের ওজন =  $w_1$  গ্রাম।

কার্বন সহ পার্সেলীন বোটের ওজন =  $w_2$  গ্রাম।

$\therefore$  কার্বনের ওজন =  $w_2 - w_1$  গ্রাম।

পরীক্ষার পূর্বে পটাস-বাল্বের ওজন =  $w_3$  গ্রাম।

পরীক্ষার পরে পটাস-বাল্বের ওজন =  $w_4$  গ্রাম।

$\therefore$  কার্বন ডাই-অক্সাইডের ওজন =  $w_4 - w_3$  গ্রাম।

∴ কার্বনের সহিত সম্মিলিত অক্সিজেনের ওজন =  $(w_4 - w_3) - (w_2 - w_1)$  গ্রাম।

অতএব,  $(w_4 - w_3) - (w_2 - w_1)$  গ্রাম অক্সিজেন  $(w_2 - w_1)$  গ্রাম কার্বনের সহিত যুক্ত হয়।

∴  $\frac{(w_2 - w_1) \times 8}{(w_4 - w_3) - (w_2 - w_1)}$  গ্রাম কার্বনের সহিত যুক্ত হয়।

অতঃ, কার্বনের তুল্যাক =  $\frac{8(w_2 - w_1)}{(w_4 - w_3) - (w_2 - w_1)}$ ।

কার্বন-ডাই-অক্সাইডের ওজন সংযুতি ও সঙ্কেত : উপবোক্ত পরীক্ষার ফল হইতে কার্বন-ডাই-অক্সাইডের ওজন সংযুতিও নির্ধারণ করা সম্ভব। দেখা গেল :  $w_2 - w_1$  গ্রাম কার্বন  $(w_4 - w_3) - (w_2 - w_1)$  গ্রাম অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়াছে। বস্তুতঃ দেখা গিয়াছে কার্বন ও অক্সিজেনের ওজনের এই অনুপাতটি

কার্বন : অক্সিজেন = ১ : ২.৬৭

তাহা হইলে পরমাণু সংখ্যার অনুপাতে

কার্বন : অক্সিজেন =  $\frac{১ \times ১২}{২ \times ১৬}$

= ০.৮৩ : ১.৬৬ = ১ : ২

অতএব কার্বন-ডাই-অক্সাইডের সূত্রসংকেত  $\text{CO}_2$ ।

মনে কর, উহার আণবিক সংকেত  $[\text{CO}_2]_x$ ।

তাহা হইলে উহার আণবিক গুরুত্ব =  $x \times ১২ + ২x \times ১৬$

বিস্তৃত গ্যাসটির ঘনত্ব = ২০, অর্থাৎ আণবিক গুরুত্ব = ৬৪

∴  $১২x + ৩২x = ৬৪$ , অর্থাৎ  $x = ১$ ।

∴ কার্বন ডাই-অক্সাইডের সঙ্কেত,  $\text{CO}_2$ ।

(খ) কোন কোন সময় কার্বনের মত প্রত্যক্ষভাবে মৌলিক পদার্থটিকে অক্সাইডে পরিণত না করিয়া পরোক্ষভাবে উহার অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়।

**কপারের তুল্যাক নির্ণয় :** তোল-সাহায্যে একটি শুষ্ক মুচি প্রথমে ওজন করা হয়। উহাতে এক টুকরা বিস্তৃত কপারের পাত লইয়া আবার ওজন করা হয়। ইহা হইতে কপারের যথার্থ ওজন জানা যাইবে। সেই মুচিটিতে এখন আস্তে আস্তে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড দেওয়া হয়। কয়েক মিনিটের মধ্যেই কপারটুকু নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া কপার নাইট্রেটে পরিণত হয় এবং একটি লাল গ্যাস বাহির হইয়া যায় :



মুচিটিকে তখন একটি জল-গাছের উপর রাখিয়া উদ্ভূত করা হয়। সমস্ত নাইট্রিক

অ্যাসিড এবং জল এই ভাবে বাষ্পীভূত হইয়া চলিয়া যাইবে এবং কঠিন সবুজ কপার নাইট্রেট পড়িয়া থাকিবে। মুচিটিকে লইয়া এখন একটি অগ্নিসহ-যুস্তিকার ত্রিকোণের (fire-clay triangle) উপর রাখিয়া দীপের সাহায্যে উত্তপ্ত করা হয়। অত্যধিক উত্তাপে, কপার নাইট্রেট বিযোজিত হইয়া কালো কপার-অক্সাইডে পরিণত হয় এবং অক্সিজেন গ্যাস নির্গত হইয়া যায়।



যখন আর কোন গ্যাস নির্গত হইবে না, তখন উহাকে ঠাণ্ডা করিয়া ওজন করা হয়। পুনরায় উহাকে উত্তপ্ত করিয়া এবং পরে ঠাণ্ডা করিয়া ওজন করা দরকার। এই দুইবার ওজনে যদি তারতম্য হয়, তবে পুনঃ পুনঃ উহাকে উত্তপ্ত করিয়া দেখিতে হইবে যতক্ষণ না উহার ওজন অপরিবর্তিত থাকে। এইভাবে মুচিটির ভিতরের কপার অক্সাইডের ওজন স্থির করা হয়।

গণনা : শুষ্ক মুচিটির ওজন =  $w_1$  গ্রাম

মুচি এবং কপারের ওজন =  $w_2$  গ্রাম

কপারের ওজন =  $(w_2 - w_1)$  গ্রাম

মুচি এবং কপার-অক্সাইডের ওজন =  $w_3$  গ্রাম

কপারের সহিত মিলিত অক্সিজেনের ওজন =  $(w_3 - w_2)$  গ্রাম।

অতএব,

$(w_3 - w_2)$  গ্রাম অক্সিজেন  $(w_2 - w_1)$  গ্রাম কপারের সহিত যুক্ত হয়।

$x$  গ্রাম অক্সিজেন =  $\frac{(w_2 - w_1) \times 8}{w_2 - w_1}$  গ্রাম কপারের সহিত যুক্ত হয়,

অর্থাৎ, কপারের তুল্যাক্ষ =  $\frac{8(w_2 - w_1)}{w_2 - w_1}$

টিন, দ্বিধ্ব, ম্যাগনেসিয়াম লেড প্রভৃতি ধাতু তুল্যাক্ষ এই উপায়ে নির্ণয় করা যাইতে পারে।

(৩) মৌলিক পদার্থটি ক্লোরিনের সহিত সংযুক্ত হইয়া যে যৌগিক পদার্থ সৃষ্টি করে তাহা বিয়োজন করিয়াও তুল্যাক্ষ স্থির করা যায়। ৩৫.৫ ভাগ ওজনের ক্লোরিনের সহিত যত পরিমাণ মৌলিক পদার্থ যুক্ত হইবে তাহাই উহার তুল্যাক্ষ হইবে।

সিলভারের তুল্যাক্ষ নির্ণয় : ০.৫ গ্রাম পরিমাণ সিলভারের পাত লইয়া তৌল সাহায্যে উহার ষষ্ঠাংশ ওজন স্থির করা হয়। এই সিলভারটুকু একটি বীকারে রাখিয়া উহাতে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড দেওয়া হয়। সমস্ত সিলভার

উহাতে দ্রবীভূত হইয়া সিলভার-নাইট্রেট দ্রবণ প্রস্তুত হয়। অতঃপর এই দ্রবণে কিছু অধিক পরিমাণ লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দেওয়া হয়। ইহাতে সিলভার নাইট্রেটের সম্পূর্ণ সিলভারটুকু সিলভার-ক্লোরাইড রূপে কঠিন আকারে অধঃক্ষিপ্ত (precipitated) হইয়া আসে। উহাকে একটি ফিল্টার কাগজের সাহায্যে ছাকিয়া পাতিত জলে ধুইয়া লইতে হয়। পরে শুষ্ক করিয়া উহাৰ ওজন লওয়া হয়।

গণনা : সিলভার পাতের ওজন =  $w_1$  গ্রাম।

সিলভার ক্লোরাইডের ওজন =  $w_2$  গ্রাম।

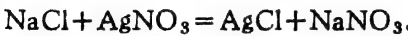
.  $(w_2 - w_1)$  গ্রাম ক্লোরিন  $w_1$  গ্রাম সিলভারের সঙ্গে যুক্ত হয়।

অথবা, ৩৫.৫ গ্রাম ক্লোরিন  $\frac{w_1 \times ৩৫.৫}{w_2 - w_1}$  গ্রাম সিলভারের সঙ্গে যুক্ত হয়।

$$\text{সিলভারের তুল্যাক্ষ} = \frac{৩৫.৫ \times w_1}{w_2 - w_1}$$

(৪) একটি মৌলিক পদার্থের তুল্যাক্ষ জানা থাকিলে অপর একটি মৌলিক পদার্থের তুল্যাক্ষ নিণয় সম্ভব।

(ক) সোডিয়ামের তুল্যাক্ষ নির্ণয়: তেল সাহায্যে সোডিয়ামের ওজন লওয়া যায় না। উহার তুল্যাক্ষ নিম্নলিখিত উপায়ে বাহির করা যাইতে পারে। নির্দিষ্ট ওজনের খানিকটা সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) লইয়া পাতিত জলে উহার দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। উহাতে প্রয়োজনাতীত সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ মিশান হয়। ইহাতে সোডিয়াম ক্লোরাইডের সমস্ত ক্লোরিন সিলভার ক্লোরাইড রূপে অধঃক্ষিপ্ত হইয়া আসে। উহাকে ফিল্টার কাগজে ছাকিয়া উত্তমরূপে ধুইয়া লওয়া হয়। অতঃপর শুষ্ক করিয়া যথাবীতি উহার ওজন স্থির করা হয়।



গণনা : সোডিয়াম ক্লোরাইড =  $w_1$  গ্রাম, সিলভার ক্লোরাইড =  $w_2$  গ্রাম।

সিলভারের তুল্যাক্ষ = ১০৭.৮৮, অর্থাৎ ১০৭.৮৮ গ্রাম সিলভার ৩৫.৫ গ্রাম ক্লোরিনের সঙ্গে যুক্ত হইলে  $(১০৭.৮৮ + ৩৫.৫) = ১৪৩.৩৮$  গ্রাম সিলভার ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

.. ১৪৩.৩৮ গ্রাম সিলভার ক্লোরাইডে ৩৫.৫ গ্রাম ক্লোরিন থাকিবে।

অথবা,  $w_2$  গ্রাম  $\frac{৩৫.৫ \times w_2}{১৪৩.৩৮}$  ক্লোরিন থাকিবে।

উক্ত ক্লোরিন  $w_1$  গ্রাম সোডিয়াম ক্লোরাইডে ছিল

∴  $w_1$  গ্রাম সোডিয়াম ক্লোরাইডে সোডিয়ামের পরিমাণ

$$= \left( w_1 - \frac{৩৫.৫ \times w_2}{১৪৩.৩৮} \right) \text{ গ্রাম।}$$

∴  $\frac{৩৫.৫w_2}{১৪৩.৩৮}$  গ্রাম ক্লোরিন  $\left( w_1 - \frac{৩৫.৫w_2}{১৪৩.৩৮} \right)$  গ্রাম সোডিয়ামের সহিত যুক্ত হয়।

∴ ৩৫.৫ গ্রাম ক্লোরিন  $\frac{১৪৩.৩৮w_1 - ৩৫.৫w_2}{w_2}$  গ্রাম সোডিয়ামের সহিত যুক্ত হয়।

$$\text{সোডিয়ামের তুল্যাক} = \frac{১৪৩.৩৮w_1 - ৩৫.৫w_2}{w_2}$$

পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম, লেড প্রভৃতির তুল্যাক এই রকম ভাবে নির্ণীত হয়।

মৌলিক পদার্থের মত যৌগিক-মূলকেরও তুল্যাক আছে। ইহার যত ভাগ ওজন এক ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন অথবা ৮ ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হয় তাহাই উহাব তুল্যাক হইবে। যেমন, সালফিউরিক অ্যাসিডে ( $H_2SO_4 = ৯৮$ , ৯৬ ভাগ ওজনে  $SO_4$  মূলক দুইভাগ হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইবাছে।

$$\therefore SO_4 \text{ মূলকের তুল্যাক} = \frac{৯৬}{২} = ৪৮$$

এই সব মূলক মৌলিক পদার্থ বা অণু কোন মূলকের সঙ্গে তুল্যাক অল্পপাত-সূত্র অনুসারেই যুক্ত হইবে।

(খ) বেরিয়ামের তুল্যাক নির্ণয় : নির্দিষ্ট পরিমাণ বেরিয়াম



ক্লোরাইড লইয়া উহাকে পাতিত জলে দ্রবীভূত করা হয়। এই দ্রবণে অতিরিক্ত পরিমাণ লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দিয়া উহা হইতে সমস্ত বেরিয়াম 'বেরিয়াম সালফেট' হিসাবে অধঃক্ষিপ্ত করা হয়। এই অদ্রবণীয় বেরিয়াম সালফেট যথারীতি ছাকিয়া, গুইয়া শুষ্ক অবস্থায় ওজন করা হয়। মনে কর, বেরিয়ামের তুল্যাক =  $x$ .

বেরিয়াম ক্লোরাইডের ওজন =  $w_1$  গ্রাম।

বেরিয়াম সালফেটের ওজন =  $w_2$  গ্রাম।

ক্লোরিনের তুল্যাক = ৩৫.৫।  $SO_4$  মূলকের তুল্যাক = ৪৮

তাহা হইলে  $x$  গ্রাম বেরিয়াম ৩৫.৫ গ্রাম ক্লোরিনের সহিত যুক্ত হইয়া  $BaCl_2$  দেয় এবং  $x$  গ্রাম বেরিয়াম ৪৮ গ্রাম  $SO_4$  মূলকের সহিত যুক্ত হইয়া  $BaSO_4$  দেয়

অর্থাৎ  $(x + ৩৫.৫)$  গ্রাম বেরিয়াম ক্লোরাইড  $(x + ৪৮)$  গ্রাম বেরিয়াম সালফেট দিতে পারে।

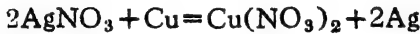
$$\therefore w_1 \dots\dots\dots \frac{w_1 \times (x + ৪৮)}{(x + ৩৫.৫)} \text{ গ্রাম} \dots\dots\dots$$

বস্তুত:  $w_2$  গ্রাম বেরিয়াম সালফেট পাওয়া গিয়াছে।

$$\therefore \frac{(x + ৪৮) \times w_1}{(x + ৩৫.৫)} = w_2.$$

ইহা হইতে বেরিয়ামের তুল্যাক  $x$  নির্ণয় করা যায়।

(গ) অনেক সময় যৌগিক পদার্থের একটি ধাতুকে অপর একটি ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপন করা সম্ভব। যেমন, সিলভার নাইট্রেট দ্রবণে যদি কপার দেওয়া হয় তবে সিলভার বাহির হইয়া আসিয়া উহাকে কপার নাইট্রেটে পরিবর্তিত করে।



এই রকম প্রতিস্থাপন ব্যাপারে ধাতুগুলি—কপার এবং সিলভার—উহাদের তুল্যাকের অনুপাতে অংশ গ্রহণ করে। যদি  $x$  গ্রাম কপার দ্রবীভূত হইয়া  $y$  গ্রাম সিলভার বাহিরে আসে, তাহা হইলে  $x : y = E_{\text{Cu}} : E_{\text{Ag}}$ ।

[  $E_{\text{Ag}}$ ,  $E_{\text{Cu}}$  যথাক্রমে সিলভার ও কপারের তুল্যাক। ]

$$\text{অথবা } E_{\text{Cu}} = \frac{x}{y} \times E_{\text{Ag}}$$

• সিলভারের তুল্যাক জানা থাকিলে, পরীক্ষা দ্বারা  $x$  এবং  $y$  বাহির করিয়া কপারের তুল্যাক নির্ণয় সম্ভব।

এই সকল পদ্ধতি ছাড়াও তাড়িত বিশ্লেষণের সাহায্যে মৌলিক পদার্থের তুল্যাক নিরূপণ করা হইয়া থাকে। তাড়িতরসায়ন আলোচনা করার সময়ে এ বিষয়ে জানিতে পারা যাইবে।

### অমুলীনী

(১)  $১৫^\circ$  সেন্টি. উষ্ণতায় এবং  $৭৬৫$  মিলিমিটার চাপে ১ গ্রাম ধাতুর সহিত অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় কলে  $১৯৭$  ঘন সেন্টিমিটার শুষ্ক হাইড্রোজেন পাওয়া গেল। ধাতুটির তুল্যাক কত?

উত্তর : প্রমাণ অবস্থায় উৎপন্ন হাইড্রোজেনের

$$\text{আয়তন, } V = \frac{১৯৭ \times ৭৬৫ \times ২৭৩}{(২৭৩ + ১৫) \times ৭৬০} \text{ ঘন সেন্টিমিটার}$$



∴ এক গ্রাম ধাতুর সাহায্যে উৎপন্ন হাইড্রোজেনের

$$\text{ওজন} = \frac{1.29 \times 96 \times 293 \times \dots \times 2}{288 \times 960} \text{ গ্রাম}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ধাতুটির তুল্যাক} &= \frac{1 \times 288 \times 960}{1.29 \times 96 \times 293 \times \dots \times 2} \\ &= 52.1 \text{ উত্তর।} \end{aligned}$$

(৩) ০.২ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম লবু সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করা হইল। বিক্রিয়ার ফলে ১৫ সেন্টিগ্রেডে এবং ৭৫১.৫ মিলিমিটার চাপে ২০০ ঘন সেন্টিমিটার আর্জ হাইড্রোজেন পাওয়া গেল। [ ১৫° সেন্টিগ্রেডে বাষ্পচাপ ১৩.৫ মিলিমিটার। ] ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাক নির্ণয় কর।

উত্তর : ১৫° সেন্টি. ও ৭৫১.৫ মিলিমিটার চাপে উৎপন্ন হাইড্রোজেনের আয়তন = ২০০ ঘন সেন্টিমিটার। প্রমাণ অবস্থায়, উৎপন্ন হাইড্রোজেনের আয়তন যদি  $V$  ঘন সেন্টিমিটার হয়, তবে

$$\frac{V \times 960}{293} = \frac{200 \times (751.5 - 13.5)}{288}$$

$$\therefore V = \frac{200 \times 960 \times 293}{960 \times 288} \text{ ঘন সেন্টিমিটার}$$

$$\therefore \text{উক্ত হাইড্রোজেনের ওজন} = \frac{200 \times 960 \times 293 \times \dots \times 2}{960 \times 288} \text{ গ্রাম}$$

$$\text{ধাতুর ওজন} = 0.2 \text{ গ্রাম}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাক} &= \frac{0.2 \times 960 \times 288}{200 \times 960 \times 293 \times \dots \times 2} \\ &= 12.02 \end{aligned}$$

(৩) ০.২১৮ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রোক্সিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হওয়াতে ১৭° সেন্টি ও ৭৫৫ মিলিমিটার চাপে ২১৮ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন গ্যাস পাওয়া গেল। ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাক কত হইবে? [ ১৭° সেন্টিগ্রেডে বাষ্পচাপ = ১৪.৫ মিলিমিটার ] [ পাটনা বিঃ: ]

(৪) ০.৪৯ গ্রাম একটি ধাতু হাইড্রোক্সিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ার ফলে ২২° সেন্টিগ্রেড ও ৭৫২ মিলিমিটার চাপে ২৯৫ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন উৎপাদন হবে। ধাতুটির তুল্যাক নির্ণয় কর। [ কলিকাতা বিঃ: ]

(৫) এক গ্রাম ওজনের একটি ধাতু অক্সিজেন দ্বারা জারণের ফলে ১.৬৬৫ গ্রাম অক্সাইড পাওয়া গেল। উহার তুল্যাক কত হইবে?

উত্তর। ধাতুর সহিত মিলিত অক্সিজেনের ওজন

$$= 1.665 - 1 = 0.665 \text{ গ্রাম।}$$

$$\text{ধাতুটির তুল্যাক} = \frac{1 \times 8}{0.665}$$

$$= 12.03$$

(৬) ১১৮ গ্রাম পরিমাণ ওজনের কপার প্রথমে নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করা হইল। উৎপন্ন কপার নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করিয়া সম্পূর্ণ বিযোজিত করিয়া ১৪৮ গ্রাম কপার অক্সাইড পাওয়া গেল। কপারের তুল্যাক নির্ধারণ কর।

(২) ২০৫২ গ্রাম মারকিউরিক অক্সাইড উত্তপ্ত করিয়া সম্পূর্ণ বিযোজিত করিলে ১৫ সেন্টিগ্রেডে ও ৭৬০ মিলিমিটার চাপে ১২ ঘন সেন্টি. অক্সিজেন পাওয়া গেল। মারকারির তুল্যাক কত হইবে?

(৮) ১৯৮৬ গ্রাম কপার হইতে ২৪৭০ গ্রাম কপার অক্সাইড পাওয়া গেল। এবং কপার সালফেট দ্রবণে ০.৩৪৬ গ্রাম জিঙ্ক দিলে উহা দ্রবণ হইতে ০.৩৩৫ গ্রাম কপার প্রতিস্থাপিত করে।

(৯) একটি ধাতব ক্লোরাইডে ক্লোরিনের পরিমাণ ৩৮.১১%। ধাতুটির তুল্যাক কত?

[বোধে বিখঃ]

(১০) কপারের দুইটি অক্সাইডে অক্সিজেনের অনুপাত যথাক্রমে ১১.২% এবং ২০.০৯% ভাগ। দুইটি বিভিন্ন ক্ষেত্রে কপারের তুল্যাক কিরূপ হইবে?

(১১) একটি ধাতব ক্লোরাইডের এক গ্রাম বিশ্লেষণ করিয়া দেখা গেল যে উহাতে ০.৩১৮৩ গ্রাম ক্লোরিন আছে। ধাতুটির তুল্যাক কত?

(১২) ৪৪২ গ্রাম উত্তপ্ত কপার অক্সাইডের উপর দিয়া হাইড্রোজেন পরিচালনা করিলে উহা হইতে ৩৫৪ গ্রাম কপার পাওয়া গেল। কপারের তুল্যাক কত হইবে?

(১৩) বপার সালফেট দ্রবণে ১৪ গ্রাম ওজনের লৌহচর দেওয়াতে উহা হইতে ১৫৭৫ গ্রাম বপার অধঃক্ষিপ্ত হইয়া গেল। লৌহের তুল্যাক ২৮ হইলে কপারের তুল্যাক কত হইবে?

মনে কব, বপারের তুল্যাক  $x$ ।

“তুল্যাক অনুপাত সূত্র” অনুযায়ী ২৮ গ্রাম লৌহচর  $x$  গ্রাম কপারকে দ্রবণ হইতে অধঃক্ষিপ্ত করিবে।

অর্থাৎ ১৪ গ্রাম লৌহ  $\frac{x}{২৮} \times ১৪$  গ্রাম বপার অধঃক্ষিপ্ত করিবে।

$$\frac{x \times ১৪}{২৮} = ১৫৭৫$$

$$x = \frac{১৫৭৫ \times ২৮}{১৪} = ৩১৫।$$

(১৪) এক গ্রাম জিঙ্ক ক্লোরাইড জলে দ্রবীভূত করিয়া উহাতে অতিবিক্ত পরিমাণ সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ দেওয়া হইল। বিক্রিয়াব ফলে ২.১০ গ্রাম সিলভার ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হইল। জিঙ্কের তুল্যাক কত?

সিলভারের পারমাণবিক গুরুত্ব = ১০৭.৮৮

ক্লোরিনের পারমাণবিক গুরুত্ব = ৩৫.৪৬

অতএব,  $(১০৭.৮৮ + ৩৫.৪৬) = ১৪৩.৩৪$  গ্রাম সিলভার ক্লোরাইডে ৩৫.৪৬ গ্রাম ক্লোরিন থাকে।

সুতরাং ২১০ গ্রাম সিলভার ক্লোরাইডে ক্লোরিনের পরিমাণ

$$= \frac{২১১ \times ৩৫.৪৬}{১৪৩.৩৪} \text{ গ্রাম}$$

∴  $\frac{২১১ \times ৩৫.৪৬}{১৪৩.৩৪}$  গ্রাম ক্লোরিনের সহিত  $১ - \frac{২১১ \times ৩৫.৪৬}{১৪৩.৩৪}$  গ্রাম লিঙ্ক যুক্ত আছে।

• ৩৫.৪৬ গ্রাম ক্লোরিনের সহিত  $\left[ ১ - \frac{২১১ \times ৩৫.৪৬}{১৪৩.৩৪} \right] \times \frac{১৪৩.৩৪}{২১১}$  গ্রাম লিঙ্ক আছে।

$$\text{লিঙ্কের তুল্যাক্ষ} = \frac{১৪৩.৩৪ - ২১১ \times \frac{৩৫.৪৬}{১৪৩.৩৪}}{২১১} = ৩২.৪৮।$$

(১৫) ০.৪২৫ গ্রাম সোডিয়াম ক্লোরাইড জলীয় দ্রবণে লইয়া অতিরিক্ত পরিমাণ সিলভার নাইট্রেট সহ মিশ্রিত করিলে ১২১ গ্রাম সিলভার ক্লোরাইড পাওয়া যায়। সোডিয়ামের তুল্যাক্ষ বাহির কর। [Ag=১০৮, Cl=৩৫.৫]

মনে কর, সোডিয়ামের তুল্যাক্ষ  $x$ ।

অতএব,  $x + ৩৫.৫$  গ্রাম সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে  $(১০৮ + ৩৫.৫) = ১৪৩.৫$  গ্রাম সিলভার ক্লোরাইড পাওয়া যাইবে।

$$০.৪২৫ \text{ গ্রাম সোডিয়াম ক্লোরাইড} = \frac{১৪৩.৫}{x + ৩৫.৫} \times ৪২৫ \text{ সিলভার ক্লোরাইড}$$

$$\text{অথবা } ১২১ = \frac{১৪৩.৫}{x + ৩৫.৫} \times ৪২৫$$

$$x = \frac{৪২৫}{১২১} \times ১৪৩.৫ - ৩৫.৫ = ২৩২।$$

(১৬) এক গ্রাম ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড সোডিয়াম, সালফেট দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া করিয়া ১২২৫ গ্রাম ক্যালসিয়াম সালফেট উৎপন্ন হবে। ক্যালসিয়ামের তুল্যাক্ষ কত?

$$[\text{তুল্যাক্ষ : Cl} = ৩৫.৫, \text{SO}_4 = ৯৮]$$

## একাদশ অধ্যায় পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয়

পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয়ের কয়েকটি উপায় নিম্নে প্রদত্ত হইল।

(১) ক্যানিজারো প্রণালীতে অ্যাভোগাদ্রো প্রকল্পের সাহায্যে পারমাণবিক গুরুত্ব বাহির করা যায়, ইহা আমরা পূর্বেই দেখিয়াছি।

(২) “ডুলং এবং পেটিটের সূত্র” (Dulong and Petit's Law) : কোন মৌলিক পদার্থের আপেক্ষিক তাপ ও উহার পারমাণবিক গুরুত্বের গুণফলকে উহার পরমাণু-তাপ (atomic heat) বলা হয়। বিভিন্ন পদার্থের পরীক্ষার ফলে ডুলং এবং পেটিট প্রমাণ করেন :—“যে কোন কঠিন মৌলিক পদার্থের পরমাণু-তাপ সর্বদা একই হয় এবং উহার পরিমাণ ৬.৪ হইয়া থাকে।” কেবলমাত্র কার্বন, বোরন, সিলিকন প্রভৃতি কয়েকটি মৌলিক পদার্থের ক্ষেত্রে ইহা ব্যতিক্রম দেখা যায়।

অতএব, পারমাণবিক গুরুত্ব  $\times$  আপেক্ষিক তাপ = ৬.৪

$$\therefore \text{পারমাণবিক গুরুত্ব} = \frac{৬.৪}{\text{আপেক্ষিক তাপ}}$$

সুতরাং, কোন মৌলের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় করিলেই উহার পারমাণবিক গুরুত্ব বাহির করা যাইবে। সঠিক এবং নিভুল না হইলেও এই উপায়ে পারমাণবিক গুরুত্বের একটি মোটামুটি আন্দাজ পাওয়া যাইবে।

(৩) নিভুল পারমাণবিক গুরুত্ব নিরূপণ করিতে হইলে প্রথম উহার তুল্যাক স্থির করা প্রয়োজন।

আমরা জানি, পারমাণবিক গুরুত্ব = যোজ্যতা  $\times$  তুল্যাক।

তুল্যাক নির্ণয় করা সম্ভব কিন্তু প্রত্যক্ষভাবে কোন পরমাণুর যোজ্যতা জানা সম্ভব নহে। তবে যোজ্যতা যে একটি পূর্ণসংখ্যা [ ১, ২, ৩, ] হইবে, তাহা নিশ্চিত।

যোজ্যতা স্থির করার জন্য প্রথমতঃ ডুলং ও পেটিট-এর সূত্র অনুযায়ী আপেক্ষিক তাপ হইতে স্থূলভাবে উহার পারমাণবিক গুরুত্ব বাহির করিতে

হইবে। এই পারমাণবিক গুরুত্বকে তুল্যাক দ্বারা ভাগ করিলেই যোজ্যতার পরিমাণ পাওয়া যাইবে। এই ভাগফলের আসন্ন পূর্ণসংখ্যাটিকে পরমাণুটির সঠিক যোজ্যতা রূপে ধরা হয়। যেমন :—

ডুলং-পেটিট-এর নিয়ম অনুযায়ী ম্যাগনেসিয়ামের মোটামুটি পারমাণবিক

$$\text{গুরুত্ব} = ২৪.৪, \text{ উহাব তুল্যাক} = ১২.১৫$$

$$\therefore \text{ম্যাগনেসিয়ামের যোজ্যতা} = \frac{২৪.৪}{১২.১৫} = ২.০১।$$

কিন্তু যোজ্যতা ভগ্নাংশ বা দশমিক হইতে পারে না। অতএব উহার সঠিক যোজ্যতা ২ ধরা হইবে।

এই যোজ্যতার দ্বারা তুল্যাককে গুণ কবিলে উক্ত মৌলিক পদার্থটির প্রকৃত পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণীত হয়।

$$\therefore \text{ম্যাগনেসিয়ামের পারমাণবিক গুরুত্ব} = ২ \times ১২.১৫ = ২৪.৩।$$

অতএব দেখা যাইতেছে, পারমাণবিক গুরুত্ব সঠিক বাহির করিতে হইলে :—

(ক) প্রথমতঃ উহার আপেক্ষিক তাপ স্থির করিয়া স্থূল পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ধারণ কবিত হইবে।

(খ) তুল্যাক স্থির করিতে হইবে।

(গ) উপরোক্ত পারমাণবিক গুরুত্ব এবং তুল্যাক হইতে মৌলিক পদার্থটির সঠিক যোজ্যতা নিরূপণ করিতে হইবে।

(ঘ) তুল্যাক ও যোজ্যতাব গুণফল প্রকৃত পারমাণবিক গুরুত্ব হইবে।

(৪) মিচসারলিসের সমাকৃতি-সূত্রের (Mitscherlich's Law of Isomorphism) সাহায্যেও পারমাণবিক গুরুত্ব বাহির করা সম্ভব।

প্রায়ই কঠিন পদার্থগুলি স্ফটিকাকায়ে থাকে। অনেক সময় একাধিক পদার্থের স্ফটিকের আকাব একই রকমের হয়। এই সকল স্ফটিকগুলি সমাকৃতি স্ফটিক বলা যাইতে পারে। এইসব পদার্থের স্ফটিকগুলি আয়তনে ছোটবড় হইতে পারে, কিন্তু উহাদের কোণ এবং পৃষ্ঠতলেব সংখ্যা সমান এবং অনুরূপ (corresponding) কোণগুলিও সমান হইয়া থাকে। কিন্তু যে কোন দুইটি পদার্থের স্ফটিকের কেবলমাত্র আকৃতিগত সাদৃশ্যই তাহাদের সমাকৃতিত্বের পূর্ণ লক্ষণ বলিয়া গণ্য হয় না। লবণের স্ফটিক এবং হীরার স্ফটিক একই আকৃতিবিশিষ্ট বটে, কিন্তু উহাদিগকে সমাকৃতি-সম্পন্ন বলিয়া ধরা হয় না।

কারণ, দুইটি পদার্থের সমাকৃতিত্ব আকৃতি ছাড়া আরও দুইটি লক্ষণের উপর নির্ভর করে।

(১) উভয় পদার্থের মিশ্র দ্রবকে কেলাসিত করিলে যে স্ফটিক পাওয়া যাইবে, তাহা উভয় পদার্থের অণুদ্বারা গঠিত হইবে, এবং উহার আকৃতি যে কোন একটির স্ফটিকের আকৃতির অনুরূপ হইবে। কেলাসন সময়ে মিশ্র-দ্রবটি একটির দ্বারা সম্পৃক্ত হইলেও উভয়ের স্ফটিক একত্র পড়িবে।

(২) একটি পদার্থের সম্পৃক্ত দ্রবে অপর পদার্থটির একটি ছোট স্ফটিক রাখিলে ছোট স্ফটিকটির উপর প্রথমোক্ত পদার্থেব অণুর পরিণ্যাস দ্বারা (Deposit) উহার আয়তনের বৃদ্ধি হইবে।

লবণ এবং হীরাব স্ফটিকেব এই সকল বৈশিষ্ট্য না থাকায় উহাদের মধ্যে সমাকৃতিত্ব নাই, এইরূপ মনে করা হয়।

জিঙ্ক সালফেট, ম্যাগনেসিয়াম সালফেট এবং ফেরাস সালফেট ইহারা সমাকৃতি স্ফটিক (Isomorphous crystals)। উহাদের আকৃতি একরকম এবং জিঙ্ক সালফেট ও ফেরাস সালফেটেব মিশ্র দ্রবকে কেলাসিত করিলে যে স্ফটিক পাওয়া যাইবে উহাতে জিঙ্ক ও ফেরাস সালফেট মিশ্রিত থাকিবে। অথবা জিঙ্ক সালফেটের একটি স্ফটিক ম্যাগনেসিয়াম সালফেটের দ্রবণের মধ্যে রাখিলে উহাব উপর অনুরূপভাবে ম্যাগনেসিয়াম সালফেট জন্মিতে থাকিবে।

এইরূপ আবও অনেক সমাকৃতি-স্ফটিকেব নাম করা যাইতে পারে :—

১) জিঙ্ক সালফেট ( $\text{ZnSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$ ), ম্যাগনেসিয়াম সালফেট ( $\text{MgSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$ ), ফেরাস সালফেট ( $\text{FeSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$ )।

২) পটাসিয়াম সালফেট ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), পটাসিয়াম ক্রোমেট ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ )।

(৩) পটাস অ্যালাম [ $\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}$ ],

ক্রোম অ্যালাম [ $\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}$ ]

(৪) কপার সালফাইড ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) এবং সিলভার সালফাইড ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ) ইত্যাদি, ইত্যাদি।

এই সকল সমাকৃতি-সম্পন্ন পদার্থগুলিব সঙ্কেত যদি পরীক্ষা করা যায় তাহা হইলে দেখা যাইবে, উহাদের অণুগুলিতে মোট পরমাণুর সংখ্যা একই এবং দুই একটি পরমাণুর স্থলে অন্য দুই একটি পরমাণু থাকিলেও উহাদের সংযুতি একই

রকমের। যেমন,  $K_2SO_4$  এবং  $K_2CrO_4$ । ইহা হইতে মিতসাক্লিস একটি নিয়ম আবিষ্কার করেন :—

“যে সমস্ত যৌগিক পদার্থের অণুতে পরমাণুর সংখ্যা এবং সংযোজনা পদ্ধতি এক রকমের, তাহাদের স্ফটিকগুলি সমাকৃতি-সম্পন্ন।”

অর্থাৎ, “সমান সংখ্যক পরমাণু একই প্রকারে সংযোজিত হইয়া সমাকৃতি স্ফটিক সৃষ্টি করে। এই সকল স্ফটিকের আকৃতি কেবলমাত্র উহাদের পরমাণু-গুলির সংখ্যা ও অবস্থানের উপর নির্ভর করে, পরমাণুর রাসায়নিক প্রকৃতি বা ধর্মের উপর নির্ভর করে না।”

ইহাকেই সমাকৃতি সূত্র (Law of Isomorphism) বলা হয়।

অতএব বুঝা যাইতেছে, দুইটি সমাকৃতি-সম্পন্ন পদার্থের অণুতে যে মৌলিক পদার্থটি বিভিন্ন হইবে, তাহাদের পরমাণুর সংখ্যাও একই হইবে। যেমন পটাসিয়াম সালফেট এবং পটাসিয়াম সেলিনেট সমাকৃতি-স্ফটিক সৃষ্টি করে। পটাসিয়াম সালফেটের সঙ্কেত  $K_2SO_4$ । অতএব, পটাসিয়াম সেলিনেটেব সঙ্কেতকে  $K_2SeO_4$  হইতে হইবে। কারণ সূত্রানুযায়ী পরমাণুর সংখ্যা ও সংযুতি এক হওয়া প্রয়োজন। যেহেতু সালফেটে একটি সালফার পরমাণু আছে, সমাকৃতি সেলিনেটেও উহার পরিবর্তে একটি সেলিনিয়াম পরমাণু থাকিতে হইবে।

এই নিয়মটির সাহায্যে পাবমাণবিক গুরুত্ব স্থির করা যাইতে পাবে। একটি উদাহরণ হইতে উহা সহজে বুঝা যাইবে।

**উদাহরণ :** পটাসিয়াম সালফেট ও পটাসিয়াম সেলিনেট সমাকৃতি সম্পন্ন পদার্থ। বিশ্লেষণে দেখা গিয়াছে পটাসিয়াম সেলিনেটে শতকরা ৩৫.৭৭ ভাগ সেলিনিয়াম আছে। সেলিনিয়ামের পারমাণবিক গুরুত্ব কত?

যেহেতু পটাসিয়াম সালফেটের সঙ্কেত  $K_2SO_4$  এবং উহার সহিত সেলিনেট সমাকৃতি অতএব পটাসিয়াম সেলিনেটের সঙ্কেত  $K_2SeO_4$  হইবে।

$$\begin{aligned} \text{সেলিনিয়ামের পারমাণবিক গুরুত্ব যদি } x \text{ হয়, তবে } K_2SeO_4\text{-এর আণবিক গুরুত্ব হইবে,} \\ K_2SeO_4 = 2 \times ৩৯.১০ + x + ৪ \times ১৬ \quad [K = ৩৯.১০, O = ১৬ \text{ পারমাণবিক গুরুত্ব}] \\ = ১৪২.১০ + x \end{aligned}$$

অতএব, উক্ত পদার্থে সেলিনিয়ামের শতকরা অংশ  $\frac{x}{১৪২.১০ + x} \times ১০০$

$$\therefore \frac{x \times 100}{182.12 + x} = 75.99$$

$$\therefore x = 92.16$$

সেলিনিয়ামের পারমাণবিক গুরুত্ব = ৭২.১৬।

**উদাহরণ।** একটি অজ্ঞাত ধাতুর ক্রোরাইডে শতকরা ২৯.৩৪ ভাগ ক্রোরিন আছে, এবং উহা পটাসিয়াম ক্রোরাইডের সহিত সমাকৃতি-সম্পন্ন। পটাসিয়াম ক্রোরাইডে ক্রোরিনের অংশ শতকরা ৪৭.৬৫। ধাতুটির পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় কর।

ধাতুটির ক্রোরাইডে, ২৯.৩৪ গ্রাম ক্রোরিন (১০০ - ২৯.৩৪) = ৭০.৬৬ গ্রাম ধাতুর সহিত যুক্ত হয়।

$$\therefore ১ গ্রাম ক্রোরিন \frac{৭০.৬৬}{২৯.৩৪} = ২.৪০ গ্রাম ধাতুর সহিত যুক্ত হয়।$$

পটাসিয়াম ক্রোরাইডে, ৪৭.৬৫ গ্রাম ক্রোবিনেব সঙ্গে (১০০ - ৪৭.৬৫) = ৫২.৩৫ গ্রাম পটাসিয়াম যুক্ত হয়।

$$\therefore ১ গ্রাম ক্রোরিনের সঙ্গে \frac{৫২.৩৫}{৪৭.৬৫} = ১.০৯ গ্রাম পটাসিয়াম যুক্ত হয়।$$

অর্থাৎ সমাকৃতি-পদার্থ দুইটিতে সমপরিমাণ ক্রোবিনেব সঙ্গে যুক্ত ধাতু ও পটাসিয়ামের ওজনের অনুপাত = ২.৪০ : ১.০৯।

কিন্তু, এই দুইটি পদার্থে ধাতু ও পটাসিয়ামের সমান সংখ্যক পবমাণু থাকিবে অর্থাৎ উহাদের ওজনের অনুপাত উহাদের পারমাণবিক গুরুত্বের অনুপাতে হইবে।

$$\therefore \frac{\text{ধাতুর পারমাণবিক গুরুত্ব}}{\text{পটাসিয়ামের পারমাণবিক গুরুত্ব}} = \frac{২.৪০}{১.০৯}$$

$$\therefore \text{ধাতুর পারমাণবিক গুরুত্ব} = \frac{২.৪০}{১.০৯} \times ৩৯ \quad [K = ৩৯]$$

$$= ৮৫.৮।$$

মনে রাখিতে হইবে, এইভাবে পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করিতে হইলে পদার্থগুলির স্ফটিক সহজপ্রাপ্য হওয়া প্রয়োজন, এবং মৌলদের একটির পারমাণবিক গুরুত্ব জানা আবশ্যক।

(৫) পর্যায়-সারণীর সাহায্যেও (Periodic table) কোন কোন মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব জানা যায়।

১। একটি ধাতুর আপেক্ষিক তাপ ০.১২১ এবং ভুল্যাঙ্ক ১৭৮। উহার পারমাণবিক গুরুত্ব কত?

$$\text{উঃ।} \quad \text{হুল পারমাণবিক গুরুত্ব} = \frac{\text{পবমাণু তাপ}}{\text{আপেক্ষিক তাপ}} = \frac{৬.৪}{০.১২১} = ৫২.৯$$



$$\text{ধাতুর ঘোজ্যতা} = \frac{\text{পারমাণবিক গুরুত্ব}}{\text{তুল্যাক্ষ}} = \frac{৫২.২}{১৭.৮} = ২.৯৭$$

যেহেতু ঘোজ্যতা পূর্ণ সংখ্যা হইতে হইবে, সুতরাং উহার ঘোজ্যতা হইবে = ৩।

$$\therefore \text{উহার প্রকৃত পারমাণবিক গুরুত্ব} = ৩ \times ১৭.৮ = ৫৩.৪।$$

২। এক গ্রাম ওজন একটি ধাতু সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে প্রমাণ অবস্থায় ১২৪২ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। ধাতুটির আপেক্ষিক তাপ = ০.২৩৮; উহার তুল্যাক্ষ, পারমাণবিক গুরুত্ব ও ঘোজ্যতা নির্ণয় কর। (এলাহাবাদ, ১৯৩২)

$$\text{উঃ। উৎপন্ন হাইড্রোজেনের ওজন} = ১২৪২ \times ০.০০০৯ \text{ গ্রাম}$$

$$\therefore \text{ধাতুটির তুল্যাক্ষ} = \frac{১}{১২৪২ \times ০.০০০৯} = ৮.৯৯$$

$$\text{ধাতুটির স্থূল পারমাণবিক গুরুত্ব} = \frac{৬.৪}{২.৩৮} = ২.৭৮$$

$$\text{অতএব, উহার ঘোজ্যতা} = \frac{২.৭৮}{৮.৯৯} = ৩.০৯।$$

যেহেতু ঘোজ্যতা পূর্ণ সংখ্যা হইতে হইবে, অতএব উহার ঘোজ্যতা = ৩

$$\therefore \text{উহার প্রকৃত পারমাণবিক গুরুত্ব} = ৩ \times ৮.৯৯ = ২৬.৯৭।$$

৩। একটি উষ্ণীয় ধাতুর তুল্যাক্ষ ১০০.৩ এবং আপেক্ষিক তাপ = ০.৩৩। ০.২৫ গ্রাম পরিমাণ ধাতুর ৫০.০ সেন্টিগ্রেডে এবং প্রমাণ চাপে বাষ্পীয় আয়তন ৭২.৫ ঘন সেন্টিমিটার। উহার আণবিক এবং পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় কর।

৪। একটি ধাতুর আপেক্ষিক তাপ = ০.১৫২। উহার ০.৪৯ গ্রাম হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে ২২ সেন্টিগ্রেডে ও ৭৫২ মিলিমিটার চাপে ২৯৫ ঘন সেন্টিমিটার অনর্ধ (dry) হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। উহার তুল্যাক্ষ ও পারমাণবিক গুরুত্ব কত? (কলিকাতা বিঃ. ১৯৩৪)

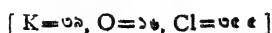
৫। ২০ গ্রাম টিন লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ার ফলে প্রমাণ অবস্থায় ১১০ লিটার হাইড্রোজেন পাওয়া গেল এবং ১৪১ গ্রাম টিন অপরিবর্তিত অবস্থায় রহিয়া গেল। টিনের ক্লোরাইডের বাষ্প-ঘনত্ব = ৯৪.৫। টিনের পারমাণবিক গুরুত্ব কত?

৬। ০.৫৫৭৪ গ্রাম পরিমাণ একটি ধাতু হইতে ০.৬১৭ গ্রাম উহার অক্সাইড পাওয়া গিয়াছে। ধাতুটির আপেক্ষিক তাপ = ০.০৫৫। উহার পারমাণবিক গুরুত্ব বাহির কর।

৭। ২৮৯৭২ গ্রাম জিঙ্ক-অক্সাইড হাইড্রোজেনের সহিত উত্তপ্ত করিয়া ২২৫৬৭ গ্রাম জিঙ্ক পাওয়া যায়। জিঙ্কের আপেক্ষিক তাপ ০.০৯। উহার পারমাণবিক গুরুত্ব কত?

৮। একটি ধাতুর ক্লোরাইডে শতকরা ২০.২ ভাগ ধাতু আছে। উহার আপেক্ষিক তাপ ২২৬। উহার পারমাণবিক গুরুত্ব কত হইবে?

৯। পটাসিয়াম পারক্লোরেটে ন্যাট্রানিজের পরিমাণ শতকরা ৩৪.৮ ভাগ। উহার সহিত পটাসিয়াম পারক্লোরেট সমাকৃতি ( $\text{KClO}_4$ )। ন্যাট্রানিজের পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় কর।



১০। A এবং B দুইটি ধাতুর অক্সাইড সমাকৃতি-সম্পন্ন। A-এর পারমাণবিক গুরুত্ব ৫২, এবং উহার ক্লোরাইডের বাষ্প-ঘনত্ব = ৭৯। B-এর অক্সাইডে অক্সিজেনের অংশ শতকরা ৮৭.১ ভাগ। B-এর পারমাণবিক গুরুত্ব কত হইবে? (রেজুন, ১৯২৭)

১১। কেরিক অ্যালোমে শতকরা ১১.০২ ভাগ আয়রন এবং ২৫.৪৫ ভাগ সালফার-অক্সাইড আছে। উহার সমাকৃতি সাধারণ অ্যালোমে শতকরা ৫৬.৮ ভাগ অ্যালুমিনিয়াম এবং ২৭.০১ ভাগ সালফার-অক্সাইড আছে। আয়রনের পারমাণবিক গুরুত্ব = ৫৫.৮, অ্যালুমিনিয়ামের পারমাণবিক গুরুত্ব কত?

১২। ০.২২ গ্রাম একটি ষাতব ক্লোরাইড হইতে ক্লোরিনকে সম্পূর্ণরূপে অধঃক্ষিপ্ত করিতে ০.৫১ গ্রাম সিলভার নাইট্রেট প্রয়োজন। ধাতুটির আপেক্ষিক তাপ ০.৫৭ হইলে উহার পারমাণবিক গুরুত্ব কত হইবে?

## দ্বাদশ অধ্যায়

### তড়িৎ-বিজ্ঞান

৯২-৯। সাধারণ অভিজ্ঞতা হইতে আমরা সবাই জানি বিদ্যুৎ সমস্ত বস্তুর ভিতর দিয়া চলাচল করিতে সক্ষম নয়। লোহ, স্বর্ণ, তাম্র প্রভৃতি ধাতব পদার্থ, অথবা অ্যাসিড বা লবণের জলীয় দ্রবণ অন্যায়সে তড়িৎ পরিবহন করিতে পারে। ইহাদিগকে তড়িৎ-পরিবাহী বা বিদ্যুৎ-পরিবাহী (conductors) বলা যায়। সাধারণ অকার, গন্ধক, কাঠ বা চিনি ইত্যাদির ভিতর দিয়া কখনও বিদ্যুৎ-প্রবাহ চলাচল সম্ভব নয়। ইহারা অ-পরিবাহী (non-conductors)।

যে সকল পদার্থ বিদ্যুৎ-পরিবহন করিতে সক্ষম তাহাদের দুইটি পর্থায়ে বিভক্ত করা চলে।

(১) কোন কোন বস্তু বিদ্যুৎ-পরিবহন করিতে পারে, কিন্তু তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা তাহাদের কোন রাসায়নিক পরিবর্তন হয় না। ধাতুগুলি এই পর্থায়ে পড়ে। আয়রন বা কপারের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ অতি সহজে প্রবাহিত হয়, কিন্তু তাহাতে উহাদের কোন রাসায়নিক বিকার হয় না।

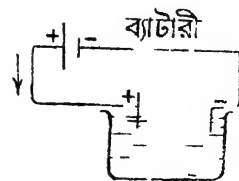
(২) কোন কোন বস্তুর ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ-পরিবহন কালে, বস্তুগুলি বিযোজিত হইয়া যায়, এবং নুতন পদার্থের সৃষ্টি করে। অ্যাসিড, -কার এবং

লবণ জাতীয় পদার্থের দ্রবণ এই পর্যায়ে পড়ে। ইহারা সকলেই যৌগিক পদার্থ। সমস্ত যৌগিক পদার্থের অবশ্য বিদ্যুৎ-পরিবহন করার ক্ষমতা নাই। যেমন, চিনি, তেল বা স্টার্চ কোন অবস্থাতেই বিদ্যুৎ-পরিবাহী হয় না। যে সকল যৌগিক-পদার্থ বিদ্যুৎ-পরিবাহী, তাহারাও কঠিন অবস্থায় তড়িৎ পরিবহন করিতে পারে না। কেবলমাত্র গলিত অবস্থায় অথবা কোন কোন দ্রাবকে দ্রবীভূত অবস্থায় উহারা তড়িৎ-পরিবাহী হইয়া থাকে।

লবণের খণ্ডিকের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ-চালনা সম্ভব নয়, কিন্তু লবণের গলিত অবস্থায় অথবা উহার জলীয় দ্রবণের ভিতর দিয়া স্বচ্ছন্দে বিদ্যুৎ-প্রবাহ চলিতে পারে। এই সমস্ত বস্তুর ভিতর বিদ্যুৎ-প্রবাহ দিলে উহার বিয়োজিত হইয়া যায়। যেমন খাতা লবণের জলীয় দ্রবণ বিদ্যুৎ-সাহায্যে ক্লোরিন এবং কৃত্তিক সোডাতে পবিণত হয়।

যে সকল তরল পদার্থ বা দ্রবণ বিদ্যুৎ-প্রবাহে বিয়োজিত হয় তাহারা তড়িৎ-বিশ্লেষ্য (Electrolyte) নামে অভিহিত। বিদ্যুৎ-সাহায্যে পদার্থের বিয়োজনকে তড়িৎ-বিশ্লেষণ (Electrolysis) বলা হয়।

অধিকাংশ ক্ষেত্রেই তড়িৎ-বিশ্লেষণের জন্য অ্যাসিড, ক্ষার বা লবণের দ্রবণ ব্যবহৃত হয়। এই সকল দ্রবণকে একটি পাত্রে রাখিয়া উহার দুই প্রান্তে দুইটি ধাতুর পাত আংশিক ডুবাইয়া রাখা হয়। এই পাত দুইটি তারের সাহায্যে একটি ব্যাটারীর পজিটিভ এবং নেগেটিভ মেরুর সহিত যোগ করিয়া দিলে, দ্রবণের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইয়া থাকে। এই দুইটি ধাতুব পাতকে তড়িৎ-দ্বার (Electrodes) বলে। যে পাতটি পজিটিভ মেরুর সহিত সংযুক্ত তাহাকে অ্যানোড (Anode) এবং অপরটি যাহা নেগেটিভ মেরুর সহিত সংযুক্ত তাহাকে ক্যাথোড (Cathode) বলা হয়। অতএব বিদ্যুৎ অ্যানোড-দ্বারে দ্রবণে প্রবেশ করে এবং ক্যাথোড-দ্বারে সাহায্যে নির্গত হয় (চিত্র ১২ক)। একট লক্ষ্য করিলেই দেখা যাইবে, বিদ্যুৎ-প্রবাহের সঙ্গে সঙ্গে দ্রবণের ভিতরের পদার্থটি বিয়োজিত হইয়া যাইতেছে এবং এই বিয়োজন-ক্রিয়া কেবলমাত্র তড়িৎ-দ্বারের নিকটেই হইয়া থাকে, সম্পূর্ণ দ্রবণের ভিতর হয় না।



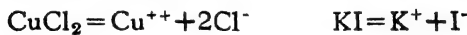
চিত্র ১২ক

দ্রবণের পরিবর্তে পদার্থগুলি গলিত অবস্থায় লইলেও এই উপায়ে তাহাদের তড়িৎ-বিশ্লেষণ হইয়া থাকে।

অ্যানোড ও ক্যাথোড হিসাবে যে কোন ধাতু ব্যবহার করা চলে। সাধারণতঃ প্লাটিনাম ও কপারের প্রচলন বেশী, কিন্তু প্রয়োজন অনুসারে নিকেল, আয়রন, গ্যাসকার্বন, গ্রাফাইট প্রভৃতি বিদ্যুৎ-পরিবাহক বস্তুও ব্যবহৃত হয়।

২২-২। “তাড়িত-বিশ্লেষণ-বাদ” ( Theory of Electrolytic Dissociation ) : ১৮৮৭ খ্রীষ্টাব্দে আরহেনিয়াস ( Arrhenius ) তাঁহাব বিখ্যাত তড়িৎ-বিশ্লেষণ-বাদ প্রবর্তন করিয়া বিদ্যুৎ-প্রবাহ দ্বারা কি ভাবে যৌগসমূহের বিশ্লেষণ হয় তাহা বুঝাইয়া দেন। এই মতানুযায়ী তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদার্থগুলি দ্রবীভূত অবস্থা প্রাপ্ত হইলেই অস্থায়ী এবং স্বতঃভঙ্গুর হইয়া পড়ে। পদার্থের অণুগুলির অল্পাধিক অংশ বিযুক্ত বা বিশ্লিষ্ট হইয়া যায়। এই অণুগুলি তাড়িয়া একাধিক ক্ষুদ্র কণায় পরিণত হয়। প্রত্যেকটি অণু হইতে দুই প্রকারের তড়িৎ-যুক্ত কণার সৃষ্টি হয়—কতকগুলি হ্যাঁ-ধর্মী বা ধনাত্মক এবং অপবগুলি না-ধর্মী বা ঋণাত্মক বিদ্যুৎ-যুক্ত।

যেমন, সোডিয়াম ক্লোরাইড জলে দ্রব হইলেই উহার অধিকাংশ অণু তাড়িয়া যায়। প্রত্যেকটি সোডিয়াম ক্লোরাইডের অণু হইতে একটি হ্যাঁ-ধর্মী সোডিয়াম এবং একটি না-ধর্মী ক্লোরিন কণা উৎপন্ন হয়। সেইরূপ কপার ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণে, উহার একটি অণু হইতে একটি হ্যাঁ-ধর্মী কপার এবং দুইটি না-ধর্মী ক্লোরিন কণার উদ্ভব হয়।



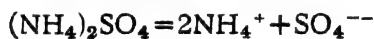
উপরে ‘+’ এবং ‘-’ চিহ্ন দ্বারা হ্যাঁ-ধর্মী এবং না-ধর্মী কণা নির্দেশ করা হয়। ঐরূপ একটি চিহ্ন বিদ্যুতের একটি একক বুঝায়। হ্যাঁ-ধর্মী এবং না-ধর্মী বিদ্যুতকে যথাক্রমে **পর্য** এবং **অপর্য** বিদ্যুৎ নামেও অভিহিত করা হয়।

হ্যাঁ-ধর্মী এবং না-ধর্মী কণা সমান-সংখ্যক নাও হইতে পারে ; কিন্তু সমগ্র পর্য-বিদ্যুতের এককের পরিমাণ এবং সমগ্র অপর্য-বিদ্যুতের এককের পরিমাণ সমান হইতে হইবে। অতএব, পর্য এবং অপর্য বিদ্যুৎ সমপরিমাণে থাকার জন্য দ্রবণটি তড়িৎ-নিরপেক্ষ বা তড়িৎ-উদাসী (Electrically neutral) হইয়া থাকে।

পদার্থের অণু বিয়োজিত হইয়া যে সমস্ত বিদ্যুৎযুক্ত কণার সৃষ্টি করে তাহাদের ‘আয়ন’ (ions) বলে। পরা-বিদ্যুৎযুক্ত কণাকে ‘ক্যাটায়ন’ (cation) এবং অপরা-বিদ্যুৎযুক্ত কণাকে ‘অ্যানায়ন’ (anion) বলে। সংক্ষেপে, পদার্থের অণুর এই প্রকার তড়িৎ-যুক্ত কণাতে বিয়োজনকে ‘আয়নিত হওয়া’ বলা হয়।

কোন মৌলিক পদার্থের পরমাণু এবং উহার বিদ্যুৎযুক্ত আয়নের ধর্মগুলি সম্পূর্ণ বিভিন্ন। যেমন, সোডিয়ামের পরমাণু জলের সংস্পর্শে আদিবামাত্র রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটায়। কিন্তু হাঁ-ধর্মী সোডিয়াম আয়নের সঙ্গে জলের কোন ক্রিয়া দেখা যায় না। অত্যান্ত আয়ন ও পরমাণু সম্বন্ধেও একই কথা প্রযোজ্য।

অনেক ক্ষেত্রে তড়িৎ-বিশ্লেষ্য পদার্থের অণু বিয়োজিত হইয়া যৌগ-মূলকের আয়নও সৃষ্টি করিতে পারে। যেমন—



দ্রাবের বিয়োজনের ফলে যে সকল আয়ন উৎপন্ন হয় উহাদের কোন একটিকে পৃথক করিয়া লওয়া সম্ভব নয় এবং দ্রবণ হইতে জল সরাইয়া লইলে পুনরায় পদার্থটি ফিরিয়া পাওয়া যায়। অর্থাৎ বিপবীত-ধর্মী আয়নগুলি পবম্পর পুনর্মিলিত হয়।

জলীয় দ্রবণে অ্যাসিডের অণুগুলি বিয়োজিত হইয়া  $\text{H}^+$  এবং অ্যানায়ন হয়। কোন কোন অ্যাসিডে প্রায় সবগুলি অণুই ভাঙিয়া যায়। যেমন,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ইত্যাদি।

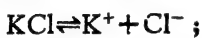
ইহাদের তীব্র-অ্যাসিড (strong) বলা হয়। আবার কোন কোন অ্যাসিডের সামান্য কিছু অণু বিয়োজিত হয় মাত্র অপব অণুগুলি আয়নিত হয় না। ইহারা মৃদু-অ্যাসিড (weak)। যেমন, অ্যামোটিক অ্যাসিড,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , কার্বনিক অ্যাসিড,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ইত্যাদি।

সেইরূপ তীব্র ক্ষারগুলি, যেমন  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ , প্রায় সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়। কিন্তু মৃদু-ক্ষারগুলি, যেমন  $\text{NH}_4\text{OH}$ , সামান্য বিয়োজিত হয়। অ্যাসিড বা ক্ষারের তীব্রতা বিয়োজনের পরিমাণের উপর নির্ভব করে। যে অ্যাসিড যত বেশী বিয়োজিত হয় সেইটি তত বেশী তীব্র।

লবণগুলির বিয়োজন সর্বদাই খুব বেশী। উহারা জলীয় দ্রবণে প্রায় সম্পূর্ণ বিয়োজিত অবস্থায় থাকে।

**৯২-৩। বিশোজন ও বিশোজন (Decomposition and Dissociation) :** বস্তুতঃ পদার্থের বিয়োজন এবং বিয়োজনের ভিতর একটি প্রভেদ আছে। পদার্থ যখন বিয়োজিত হয় তখন উহার অণুগুলি ভাঙিয়া একাধিক নূতন পদার্থের সৃষ্টি করে। ইহারা সহজে আর পুনর্মিলিত হইয়া আদি পদার্থে পরিবর্তিত হয় না। যেমন,  $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$ .

কিন্তু বিয়োজনকালে পদার্থের অণুসকল বিস্মিষ্ট হইয়া একাধিক বস্তু বা আয়ন উৎপন্ন করে। এই সকল উৎপন্ন বস্তু বা আয়ন আবার সহজেই মিলিত হইয়া পূর্ব অবস্থা প্রাপ্ত হয়। অণুর তড়িৎ-বিয়োজন সর্বদাই এই পর্বায়ে পড়ে :

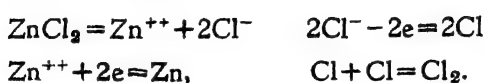


(সমীকরণ প্রকাশকালে বিয়োজন ক্রিয়াটিতে সমীকরণ চিহ্নের পরিবর্তে দুইটি বিপরীত-গতি চিহ্ন ব্যবহৃত হয়।)

সাধারণ অর্থে বিয়োজন এবং বিয়োজন এই দুইটি শব্দের ভিতর কোন পার্থক্য নাই। এখানে আমরা শব্দ দুইটি বিভিন্ন অর্থে ব্যবহার করিতেছি। পদার্থের একমুখী বিভাজনকে বলা হইয়াছে বিয়োজন, কিন্তু বিভাজনটি যদি উভমুখী হয় তবে উহাকে বিয়োজন বলা হইবে।

**১২-৪। তড়িৎ-বিশ্লেষণ :** দ্রবণের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ-প্রবাহ পরিচালনা করিলে দ্রাবের অণুগুলি বিস্মিষ্ট হইয়া নূতন পদার্থ উৎপন্ন করে। বিদ্যুৎ অ্যানোডের সাহায্যে দ্রবণে প্রবেশ করে এবং অ্যানোড হইতে ক্যাথোডের দিকে প্রবাহিত হয়। অতএব অ্যানোডকে আমরা পরা-প্রান্ত (positive end) এবং ক্যাথোডকে অপরা-প্রান্ত (negative end) বলিতে পারি। বিদ্যুৎ-প্রবাহের ফলে না-ধর্মী আয়নগুলি স্বাভাবিক আকর্ষণেই বিপরীত-ধর্মী পরা-প্রান্তের দিকে এবং ধর্মী আয়নগুলি অপরা-প্রান্তের দিকে ধাবমান হয়। অ্যানায়নগুলি যখন পরাবিদ্যুৎ-সম্পন্ন অ্যানোডের উপর আসিয়া পড়ে তখন উহাদের অপবা-বিদ্যুৎ লোপ পায় এবং উহারা বিদ্যুৎহীন কণা বা পরমাণুতে পরিণত হয়। ক্যাথোডেও এই ভাবেই ক্যাটায়নগুলি বিদ্যুৎহীন হইয়া পরমাণু বা কণাতে রূপান্তরিত হইয়া থাকে। ফলে দুইটি তড়িৎ-দ্বারে পদার্থটি দুইটি নূতন পদার্থে বিশ্লেষিত হইয়া পড়েন তড়িৎ-বিশ্লেষণ সর্বত্রই এই ভাবে হয়।

প্রাটিনাম তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে জিক্স ক্লোরাইড দ্রবণে বিদ্যুৎ-প্রবাহ সঞ্চারিত করিলে জিক্স ক্যাটায়ন ক্যাথোডে গিয়া দুইটি অপরা-বিদ্যুতের একক সহযোগে জিক্স পরমাণুতে পৰ্ববলিত হয়। ক্লোরিন অ্যানায়ন অ্যানোডে যাইয়া একটি অপরা-বিদ্যুতের একক পরিত্যাগ পূর্বক ক্লোরিন পরমাণু এবং অবশেষে ক্লোরিন অণুতে পরিণত হয়। এইভাবে জিক্স ক্লোরাইড তড়িৎ-বিশ্লিষ্ট হইয়া জিক্স ও ক্লোরিন উৎপন্ন করে,



“e” = অপরা-বিদ্যুৎ একক ( unit of negative electricity ) ।

জিক্স ক্লোরাইডের পরিবর্তে জিক্সের যে কোন দ্রবণীয় লবণ, যথা জিক্স সালফেট, জিক্স নাইট্রেট প্রভৃতি, তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিলে দেখা যায় সর্বদাই জিক্স ক্যাথোডে সঞ্চিত হয়। ক্যাথোড অপরা-বিদ্যুৎবাহী। অতএব, জিক্স আয়ন সব সময়ই হা-ধর্মী বা পরাবিদ্যুৎ-যুক্ত হইবে।

আবাব জিক্স ক্লোরাইড না লইয়া যে কোনও ধাতুব দ্রবণীয় ক্লোরাইড যথা—পটাসিয়াম ক্লোরাইড, সোডিয়াম ক্লোরাইড, কপার ক্লোরাইড প্রভৃতি, লইলে সর্বদাই ক্লোরিন অ্যানোডে নির্গত হয়। অ্যানোড পরা-বিদ্যুৎবাহী। সুতরাং, সর্বদাই ক্লোরিন আয়ন না-ধর্মী বা অপরা-বিদ্যুৎবাহী হইবে।

বাস্তবিক পক্ষে দেখা গিয়াছে, জিক্স এবং অন্যান্য যে কোন ধাতুব আয়ন এবং হাইড্রোজেনের আয়ন সকল সময়েই হা-ধর্মী বা পরা-বিদ্যুৎ-সম্পন্ন হইয়া থাকে। পক্ষান্তরে সমস্ত অধাতু-পদার্থের আয়ন অপরা-বিদ্যুৎ-সম্পন্ন বা না-ধর্মী হয়। এই কারণে হাইড্রোজেন এবং ধাতব মৌলসমূহকে পরা-বিদ্যুৎবাহী (electro-positive) এবং হাইড্রোজেন ব্যতীত অন্যান্য অধাতব মৌলিক পদার্থগুলিকে অপরা-বিদ্যুৎবাহী (electro-negative) বলিয়া গণ্য করা হয়।

বিভিন্ন পদার্থের তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে কি কি বস্তু উৎপন্ন হইবে তাহা যে কেবলমাত্র সেই পদার্থের উপর নির্ভর করে, তাহা নয়। পরন্তু তড়িৎ-বিশ্লেষণ-কালীন অবস্থার উপরও নির্ভর করে। অনেক সময়েই তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে যে পদার্থটি তড়িৎ-দ্বারে উৎপন্ন হয় তাহা পরে দ্রাবক অথবা তড়িৎ-দ্বারের

ধাতুর সহিত বিক্রিয়ার ফলে আবার নূতন রকম পদার্থে পরিণত হইয়া যায়।  
কয়েকটি উদাহরণ হইতেই ইহা বুঝা যাইবে।

**কপার সালফেটের তড়িৎ-বিশ্লেষণ :** বিয়োজনের ফলে কপার সালফেট  
দ্রবণে  $\text{Cu}^{++}$  ক্যাটায়ন এবং  $\text{SO}_4^{--}$  অ্যানায়ন থাকে। দুইটি প্রাটিনাম তড়িৎ-  
দ্বারের সাহায্যে এই দ্রবণে বিদ্যুৎ-প্রবাহ দিলে ক্যাথোডে কপার নির্গত হয়।  
অ্যানোডে  $\text{SO}_4^{--}$  আয়ন গিয়া উহার অপরা-বিদ্যুৎ পরিত্যাগ করিয়া  $\text{SO}_4$   
যৌগিক-মূলকে পরিণত হয়। কিন্তু  $\text{SO}_4$  যৌগিক-মূলক, উহার পৃথক অস্তিত্ব  
নাই। উহা জলের সহিত তৎক্ষণাৎ রাসায়নিক বিক্রিয়া দ্বারা অক্সিজেন উৎপন্ন  
করে। অক্সিজেন অ্যানোড হইতে বাহির হইতে থাকে।

ক্যাথোডে :  $\text{Cu}^{++} + 2e = \text{Cu}$ .

$\text{CuSO}_4 = \text{Cu}^{++} + \text{SO}_4^{--}$

অ্যানোডে :  $\text{SO}_4^{--} - 2e = \text{SO}_4$

$2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$

∴ প্রাটিনাম তড়িৎ-দ্বার সাহায্যে কপার সালফেটের তড়িৎ-বিশ্লেষণে  
কপার ও অক্সিজেন পাওয়া যায়।

কিন্তু তড়িৎ-দ্বার দুইটি যদি প্রাটিনামের পরিবর্তে কপারের তৈয়ারী হয়  
তাহা হইলে  $\text{SO}_4$  যৌগমূলক জলের সঙ্গে বিক্রিয়া না করিয়া কপার  
অ্যানোডের সঙ্গেই বিক্রিয়া করে এবং কপার সালফেট উৎপন্ন করে। ফলে  
অ্যানোডের কপার দ্রবীভূত হইয়া থাকে।

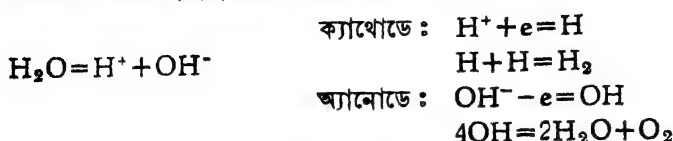
$\text{SO}_4 + \text{Cu} = \text{CuSO}_4$

∴ কপারের তড়িৎ-দ্বার সাহায্যে কপার সালফেটের তড়িৎ-বিশ্লেষণে  
ক্যাথোডে কপার পাওয়া যায় এবং অ্যানোডের কপার দ্রবীভূত হয়।

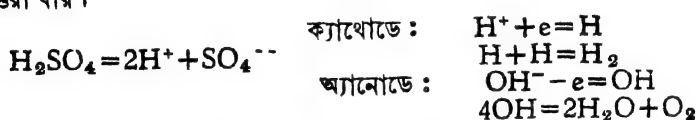
**জলের তড়িৎ-বিশ্লেষণ :** জল স্থপরিবাহী না হইলেও উহার  
ভিতর বিদ্যুৎ চলাচল করিতে পারে এবং জল তড়িৎ-বিশ্লেষ্য। উহার কতক  
অণু বিয়োজনের ফলে  $\text{H}^+$  ক্যাটায়ন এবং  $\text{OH}^-$  অ্যানায়ন সৃষ্টি করে ;  
(  $\text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^-$  )। বিদ্যুৎপ্রবাহের ফলে  $\text{OH}^-$  অ্যানায়ন অ্যানোডে  
গিয়া উহার অপরা-বিদ্যুৎভার পরিত্যাগ করে এবং  $\text{OH}$  যৌগিক মূলকে  
পরিণতি লাভ করে। পরে  $\text{OH}$  যৌগিক মূলকগুলি সংযুক্ত হইয়া জল এবং  
অক্সিজেন উৎপন্ন করে। সুতরাং অ্যানোডে আমরা অক্সিজেন নির্গত হইতে



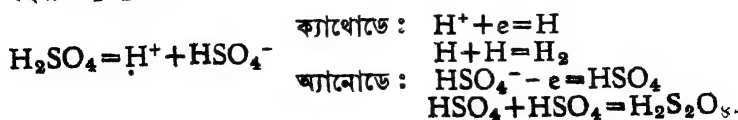
দেখি। ক্যাথোডে অবশ্যই  $H^+$  আয়ন মুক্তি লাভ করিয়া প্রথমে হাইড্রোজেন পরমাণু এবং পরে হাইড্রোজেন অণুতে পরিণত হয়। অতএব জলের তড়িৎ-বিশ্লেষণে আমরা হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন পাই।



**সালফিউরিক অ্যাসিডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ :** সালফিউরিক অ্যাসিডের লঘু দ্রবণে  $H^+$  ক্যাটায়ন এবং  $SO_4^{--}$  অ্যানায়ন আছে। প্রাটিনাম তড়িৎ-দ্বারের সাহায্যে বিদ্যুৎ-প্রবাহ দিলে,  $H^+$  ক্যাটায়নগুলি ক্যাথোডে গিয়া অপরা-বিদ্যুৎ গ্রহণ করে এবং হাইড্রোজেন পরমাণুতে পরিণত হয়। দুইটি পরমাণু পরে একত্রিত হইয়া হাইড্রোজেন অণু গঠন করে এবং ক্যাথোড হইতে হাইড্রোজেন গ্যাস বাহির হইয়া থাকে। লঘু দ্রবণে  $SO_4^{--}$  এবং জলের  $OH^-$  অ্যানায়ন উভয়েই বর্তমান। প্রাটিনাম তড়িৎ-দ্বার থাকিলে সাধারণতঃ  $OH^-$  অ্যানায়ন অ্যানোডে নিপাতিত হয় এবং উহা হইতে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। সুতরাং লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের তড়িৎ-বিশ্লেষণে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাওয়া যায়।

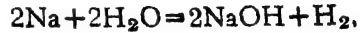
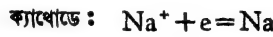


কিন্তু লঘু অ্যাসিডের পরিবর্তে যদি খুব গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড লওয়া হয় এবং বিদ্যুৎ-প্রবাহের মাত্রা যদি বেশী দেওয়া যায়, তাহা হইলে বিশ্লিষ্ট পদার্থগুলি ভিন্ন রকমের হইয়া থাকে। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর  $H^+$  এবং  $HSO_4^-$  আয়ন থাকে। বিদ্যুৎ-প্রবাহের ফলে ক্যাথোডে ষথারীতি হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় কিন্তু অ্যানোডে  $HSO_4^-$  অ্যানায়ন বিদ্যুৎভার মুক্ত হইয়া  $HSO_4$  বৌগিক মূলকে পরিণত হয়। উত্তরকালে দুইটি মূলক সংযুক্ত হইয়া  $H_2S_2O_8$  পারসালফিউরিক অ্যাসিডের অণুর সৃষ্টি করে।

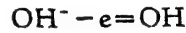


### সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ :

সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণে  $\text{Na}^+$  এবং  $\text{OH}^-$  আয়ন বর্তমান। তড়িৎ-প্রবাহের ফলে  $\text{OH}^-$  আয়ন অ্যানোডে গিয়া যথারীতি অক্সিজেন উৎপাদন করে।  $\text{Na}^+$  আয়ন ক্যাথোডে গিয়া অপরা-বিদ্যুতের সাহায্যে সোডিয়াম পরমাণুতে পরিবর্তিত হয়। সোডিয়াম পরমাণু তৎক্ষণাৎ জলের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড এবং হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। ফলে, সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের তড়িৎ-বিশ্লেষণে আমরা হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাই।



অ্যানোডে :



জলীয় দ্রবণের পরিবর্তে গলিত অবস্থায় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডে তড়িৎ-প্রবাহ দিলে, ক্যাথোডে যে সোডিয়াম উৎপন্ন হইবে তাহার আর কোন গৌণ বিক্রিয়ার সম্ভাবনা থাকিবে না এবং ধাতব সোডিয়ামই পাওয়া যাইবে।

এই সমস্ত ফলাফল হইতে স্পষ্টই বুঝা যাইতেছে, দ্রাব্য, দ্রাবক, দ্রবণের গাঢ়তা, তড়িৎ-দ্বারের বস্তু, তড়িৎ-প্রবাহের মাত্রা প্রভৃতির উপর তড়িৎ-বিশ্লেষণেব ফল নির্ভর করে।

বিদ্যুতের পরিমাণের একককে বলে কুলম্ব (Coulomb)। কিন্তু বিদ্যুৎ-প্রবাহ মাপিবার জন্ত যে একক ব্যবহৃত হয় তাহাকে অ্যাম্পিয়ার (Ampere) বলে। কোন পরিবাহকের ভিতর দিয়া যত বেশী মাত্রায় বিদ্যুৎ-প্রবাহ দেওয়া হইবে এবং যত বেশী সময় বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইবে, বিদ্যুতের পরিমাণও তত বেশী হইবে। যদি কোন বস্তুর ভিতর দিয়া  $t$  সেকেন্ডের জন্ত 'c' অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎপ্রবাহ চলিতে  $Q$  কুলম্ব পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রয়োজন হয় তাহা হইলে,

$$Q = c \times t$$

$$\text{কুলম্ব} = \text{অ্যাম্পিয়ার} \times \text{সেকেন্ড}।$$

তড়িৎ-বিশ্লেষণে বিদ্যুৎ-ব্যয় এই হিসাবেই গণনা করা হয়।

৯২-৫। ফ্যারাডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ সূত্র (Faraday's Laws of Electrolysis) : তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে উৎপন্ন পদার্থ-

সমূহের পরিমাণ সম্বন্ধে বিভিন্ন পরীক্ষা দ্বারা ফ্যারাডে ১৮৩২ সালে দুইটি সূত্রের আবিষ্কার করেন। সাধারণ পরীক্ষা করিলেই দেখা যাইবে, যত বেশী পরিমাণ তড়িৎ প্রয়োগ করা যায়, কোন পদার্থের তড়িৎ-বিশ্লেষণের পরিমাণও তত বেশী হয়, অর্থাৎ বিশ্লেষণের ফলে উৎপন্ন পদার্থের পরিমাণও তত অধিক হয়। আবার একই পরিমাণ বিদ্যুৎ দ্বারা যদি বিভিন্ন পদার্থ বিশ্লেষিত করা হয়, তাহা হইলে উৎপন্ন পদার্থগুলির পরিমাণ কখনও এক হইতে পারে না। তড়িৎ-বিশ্লেষণের এই দুইটি মূল কথাই ফ্যারাডে সূত্রাকারে প্রচার করেন।

**প্রথম সূত্র :** “তড়িৎ-বিশ্লেষণজাত পদার্থের ওজন তড়িতের পরিমাণের সমানুপাতে বাড়ে বা কমে।”

অর্থাৎ, কোন পদার্থের তড়িৎ-বিশ্লেষণে যদি  $Q$  কুলম্ব তড়িৎ-প্রয়োগে  $W$  গ্রাম ওজনের একটি পদার্থ উৎপন্ন হয়, তবে,  $W \propto Q$

অর্থাৎ,  $W = Z \times Q = Zet$  ( $Z$ =একটি নিত্য সংখ্যা।)

ইহা হইতে দুইটি নির্দেশ পাওয়া সম্ভব। (ক) যদি বিভিন্ন পদার্থ বিশ্লেষণে কোন একটি নির্দিষ্ট পদার্থ পাওয়া যায়, সম-পরিমাণ বিদ্যুতের প্রয়োগ করিলে একই পরিমাণ ওজনের সেই পদার্থ উৎপন্ন হইবে। জল অথবা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যাহাই লওয়া হউক, এক কুলম্ব বিদ্যুতের দ্বারা সর্বদাই একই পরিমাণ হাইড্রোজেন পাওয়া যাইবে।

(খ) একই পরিমাণ তড়িৎ প্রয়োগ করিলেও বিভিন্ন পদার্থ হইতে বিশ্লেষণের ফলে যে বিভিন্ন পদার্থ পাওয়া যাইবে তাহাদের ওজন বিভিন্ন হইবেই। অর্থাৎ সর্বদাই  $Q$  কুলম্ব বিদ্যুৎ ব্যয় করিলেও  $W$  গ্রামের পরিমাণ বিভিন্ন পদার্থের ক্ষেত্রে বিভিন্ন। অতএব  $Z$  অর্থাৎ নিত্য সংখ্যার পরিমাণ বিভিন্ন পদার্থের ক্ষেত্রে বিভিন্ন।

$$Z = \frac{W}{Q}, \text{ যদি } Q=1 \text{ কুলম্ব হয়, তবে } Z=W$$

অতএব, এক কুলম্ব বিদ্যুতের প্রয়োগে যে পরিমাণ পদার্থ উৎপন্ন হইবে তাহার ওজন ‘ $Z$ ’-এর সমান হইবে। সুতরাং কোন বস্তুর ‘ $Z$ ’ বলিতে এক কুলম্ব বিদ্যুতের সাহায্যে ঐ পদার্থটি যে পরিমাণে অ্যানোডে বা ক্যাথোডে সঞ্চিত হয় তাহাই বুঝায়। ইহাকে ( $Z$ ) ‘তড়িত-রাসায়নিক-তুল্যক’ (Electro-chemical Equivalent) বলে।

এক কুলম্ব বিদ্যুৎ দ্বারা হাইড্রোজেনের যৌগিক পদার্থ হইতে .....১০৪ গ্রাম হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। সুতরাং হাইড্রোজেনের তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাক = .....১০৪।

সিলভারের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাক = ০০১১১৮। অর্থাৎ এই পরিমাণ সিলভার কোন সিলভারের যৌগিক পদার্থ হইতে তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা পাইতে হইলে এক কুলম্ব বিদ্যুতের প্রয়োজন হইবে।

এখন, একই পরিমাণ ( $Q$ ) বিদ্যুৎ প্রয়োগে যদি  $W_1$  এবং  $W_2$  গ্রাম ওজনের দুইটি পদার্থ তড়িৎ-বিশ্লেষণে উৎপন্ন হয় তাহা হইলে

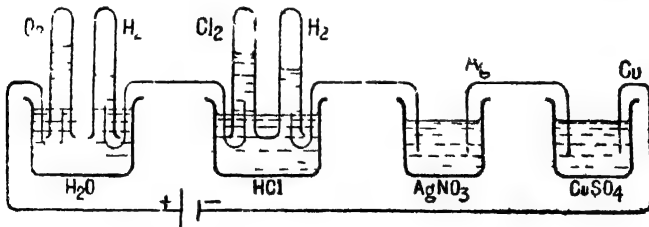
$$W_1 = Z_1 Q \text{ এবং } W_2 = Z_2 Q$$

( $Z_1, Z_2$ , পদার্থদ্বয়ের তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাক)

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

**দ্বিতীয় সূত্র :** “বিভিন্ন তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদার্থের মধ্য দিয়া একই পরিমাণ তড়িৎ প্রেরণ করিলে, বিস্ফিষ্ট পদার্থগুলির ওজনের পরিমাণ উহাদের নিজ নিজ রাসায়নিক তুল্যাকের সমানুপাতে হয়।”

পৃথকভাবে চারটি পাত্রে যথাক্রমে জল, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, সিলভার নাইটেট, কপার সালফেট দ্রবণ লইয়া একটি ব্যাটারী হইতে। (চিত্র ১২খ) একই বিদ্যুৎ-প্রবাহ পরিচালনা করিলে নির্দিষ্ট সময় পরে হাইড্রোজেন, অক্সিজেন,



চিত্র ১২খ—বিভিন্ন পদার্থের তড়িৎ-বিশ্লেষণ

ক্লোরিন, সিলভার, কপার প্রভৃতি, ভিন্ন ভিন্ন তড়িৎদ্বারের সঞ্চিত হইবে। ইহাদের ওজনের পরিমাণ বিভিন্ন হইবে এবং প্রত্যেকের পরিমাণগুলি নিজ রাসায়নিক তুল্যাক অনুযায়ী হইবে।

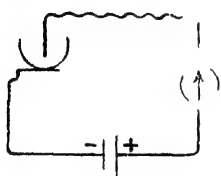
অতএব, দুইটি পদার্থের রাসায়নিক তুল্যাক যদি  $E_1$  এবং  $E_2$  হয় এবং  $Q$  কুলম্ব বিদ্যুতের সাহায্যে  $W_1$  এবং  $W_2$  গ্রাম পদার্থ পাওয়া যায় তবে

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

৯২-৬। তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাক নির্ণয় : আমরা দেখিয়াছি

$$W = Z \times C \times t, \text{ অথবা } Z = \frac{W}{Ct}.$$

নির্দিষ্ট পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রযোগে উৎপন্ন পদার্থের পরিমাণ পরীক্ষার দ্বারা স্থির করা হয় এবং তাহা হইতে 'Z' নির্ণয় করা যাইতে পারে। সিলভারের তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাক নিম্নলিখিত উপায়ে বাহ্যিক করা যাইতে পারে। একটি পবিত্রিত প্রাটিনাম বেসিন শুষ্ক অবস্থায় তোলদণ্ডের সাহায্যে ওজন করিয়া উহাতে সিলভার নাইট্রেটের লঘু দ্রবণ লওয়া হয়। একটি সিলভার পাতের কিয়দংশ উহাতে একগুণ ভাবে ডুবাইয়া দেওয়া হয়, বাহ্যতে পাতটি প্রাটিনাম বেসিনকে স্পর্শ না কবে।



চিত্র ১২গ—তাড়িত-রাসায়নিক-  
তুল্যাক নির্ণয়

একটি অ্যামমিটারের মধ্যস্থতায় সিলভারের পাতটি একটি ব্যাটারীর পজিটিভ মেরু এবং প্রাটিনাম বেসিনটি নেগেটিভ মেরুর সহিত সংযুক্ত করা হয় (চিত্র ১২গ)। নির্দিষ্ট সময়ের জন্য (১ সেকেন্ড) বিদ্যুৎপ্রবাহ চালনা করা হয়। অ্যামমিটার হইতে বিদ্যুৎপ্রবাহের মাত্রা (C) জানা যায়। তড়িৎ বিশ্লেষণের ফলে দ্রবণ হইতে প্রাটিনাম বেসিনের উপর একটি সিলভার প্রলেপ পড়ে। নির্দিষ্ট সময়ের পবে, বিদ্যুৎপ্রবাহ বন্ধ করিয়া প্রাটিনাম বেসিনটি পাতিত জলে ধুইয়া শুষ্ক করিয়া ওজন করা হয়। এই দুইটি ওজন হইতে প্রাটিনামের উপর সঞ্চিত সিলভারের ওজন (W) জানা যায়। এক্ষেত্রে W C এবং t জানা আছে বলিয়া Z অর্থাৎ তাড়িত-রাসায়নিক তুল্যাকও জানা সম্ভব।

এইভাবে অন্যান্য পদার্থের তাড়িত রাসায়নিক তুল্যাকও নিরূপণ করা যাইতে পারে।

১২-৭। রাসায়নিক-তুল্যাক নির্ণয় : প্রথম সূত্র হইবে আমরা দেখিয়াছি,

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$\text{এবং দ্বিতীয় সূত্র অনুসারে, } \frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2}.$$

$$\text{সুতরাং } \frac{E_1}{E_2} = \frac{Z_1}{Z_2}.$$

( $E_1, E_2$ , রাসায়নিক-তুল্যাক, এবং  $Z_1, Z_2$  তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাক)

মৌলিক পদার্থের রাসায়নিক-তুল্যাক যেমন নির্দিষ্ট সংখ্যা, তেমনই উহাদের তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাকও নির্দিষ্ট। অতএব উপরোক্ত সমীকরণের সাহায্যে আমরা সহজেই রাসায়নিক-তুল্যাক নির্ণয় করিতে পারি।

(১) সিলভারের ও অক্সিজেনের তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাক যথাক্রমে ০০১১১৮ এবং ০০০০৮২৮। অক্সিজেনের রাসায়নিক-তুল্যাক = ৮।

$$\text{অতএব,} \quad \frac{E_{Ag}}{E_{O_2}} = \frac{Z_{Ag}}{Z_{O_2}}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{সিলভারের রাসায়নিক-তুল্যাক, } E_{Ag} &= \frac{Z_{Ag}}{Z_{O_2}} \times E_{O_2} \\ &= \frac{০০১১১৮}{০০০০৮২৮} \times ৮ = ১০৮ \end{aligned}$$

(২) আবার, হাইড্রোজেনের তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাক - ০০০০১০৪ এবং বাসায়নিক-তুল্যাক = ১, অতএব,

$$\frac{E_{Ag}}{E_{H}} = \frac{Z_{Ag}}{Z_{H}}$$

$$\text{অতএব, } E_{Ag} = \frac{Z_{Ag}}{Z_{H}} \times E_{H} = \frac{Z_{Ag}}{০০০০১০৪} \times ১$$

$$\text{অর্থাৎ } Z_{Ag} = E_{Ag} \times ০০০০১০৪$$

কোন মৌলিক পদার্থের বাসায়নিক-তুল্যাক দ্বারা হাইড্রোজেনের তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাক গুণ করিলে মোলটিব তাড়িত-বাসায়নিক-তুল্যাক পাওয়া যায়।

প্রতি কুলম্ব বিদ্যুৎ দ্বারা যে পরিমাণ মৌলিক পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহাই তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাক। অতএব এক ‘গ্রাম-তুল্যাক’ পরিমাণ (Gram-equivalent) মৌলিক পদার্থ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন করিতে কত কুলম্ব বিদ্যুৎ প্রয়োজন তাহা অনায়াসেই নির্ধারণ করা সম্ভব। (গ্রাম-তুল্যাক বলিতে পদার্থের তুল্যাক সংখ্যক গ্রাম ওজনের মৌলিক পদার্থ বুঝায়।) পরের পৃষ্ঠায় কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হইল।

			বিভাজ্য প্রক্রিয়ায়
মৌলিক পদার্থ	গ্রাম-তুল্যাক	তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাক	১ গ্রাম-তুল্যাক পদার্থ উৎপন্ন করতে কুলম্ব প্রয়োজন
H	১.০০৮	০.০০০১০৪	$\frac{১.০০৮}{০.০০০১০৪} = ৯৬৪২৬$
Ag	১০৭.৮৮	০.০১১১৮	$\frac{১০৭.৮৮}{০.০১১১৮} = ৯৬৪২৫$
O	৮.০	০.০০০৮১২	$\frac{৮}{০.০০০৮১২} = ৯৬৪২৫$
Cu	৩১.৭৮	০.০০৩২৪	$\frac{৩১.৭৮}{০.০০৩২৪} = ৯৬৪২৪$

সুতরাং দেখা যাইতেছে, বিভাজ্য প্রক্রিয়ায় যে কোন মৌলিক পদার্থের তুল্যাক পরিমাণ গ্রাম ওজন উৎপন্ন করিতে একই পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রয়োজন = ৯৬৪২৫ কুলম্ব এবং এই বিদ্যুৎ পরিমাণকে সাধারণতঃ ‘এক ফ্যারাডে’ বিদ্যুৎ বলা হয়।

পক্ষান্তরে একথা বলা যাইতে পারে, যে কোন মৌলিক পদার্থের এক গ্রাম-তুল্যাক আয়নের বিদ্যুৎভার ৯৬৪২৫ কুলম্ব। অর্থাৎ ১ গ্রাম হাইড্রোজেনের আয়ন এবং ৩১.৭৮ গ্রাম কপারের আয়ন উভয়েই ৯৬৪২৫ কুলম্ব বিদ্যুৎ বহন করে। আবার—

$$\text{এক গ্রাম পরিমাণ} = \text{এক গ্রাম-তুল্যাক} \times \text{যোজ্যতা}$$

$$\text{অথবা, এক গ্রাম-তুল্যাক} = \frac{\text{এক গ্রাম-পরিমাণ}}{\text{যোজ্যতা}}$$

কপারের যোজ্যতা ২, অতএব ১ গ্রাম হাইড্রোজেনে আয়নে যতটা আয়ন আছে, ৩১.৭৮ গ্রাম কপার আয়নে তাহার অর্ধেক সংখ্যক আয়ন আছে। সুতরাং ১টি কপার আয়নে যে পরিমাণ বিদ্যুৎ বর্তমান ২টি হাইড্রোজেন আয়নেও সেই পরিমাণ বিদ্যুৎ আছে। প্রতি হাইড্রোজেন আয়নে পরা-বিদ্যুতের একটি একক থাকে। অতএব একটি কপারের আয়নে দুইটি পরা-বিদ্যুতের একক থাকে।

সুতরাং যে মৌলিক পদার্থের যোজ্যতা ১, উহার আয়নে বিদ্যুতের এককও তত সংখ্যক। ক্লোরিনের যোজ্যতা এক, উহার আয়নে অপরা-বিদ্যুতের একটি

একক আছে। বেরিয়ামের যোজ্যতা দুই, উহার আয়নে পরা-বিদ্যুতের দুইটি একক আছে।

পূর্বেই বলিয়াছি সমস্ত ধাতব মৌল এবং হাইড্রোজেন পরা-বিদ্যুৎবাহী। হাইড্রোজেন ব্যতীত অন্যান্য অধাতব মৌলগুলি অপরা-বিদ্যুৎবাহী।

তড়িৎ-বিশ্লেষণে পরা-বিদ্যুৎবাহী মৌলগুলির আয়ন ক্যাথোডে যায় এবং সেখান হইতে অপরা-বিদ্যুৎ গ্রহণ (electron) করিয়া তড়িৎ-উদাসী পরমাণুতে পরিণত হয়। এই অপরা-বিদ্যুৎ গ্রহণ-ক্ষমতা সব ধাতুর সমান নহে। এই ক্ষমতা অনুযায়ী মৌলগুলিকে শ্রেণীবদ্ধ করা হইয়াছে। নীচে সেই তড়িত-রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য শ্রেণীটি (electro-chemical series) দেওয়া হইল।

পক্ষান্তরে, অপরা-বিদ্যুৎবাহী অধাতব মৌলগুলির আয়ন অ্যানোডে অপরা-বিদ্যুৎ পরিত্যাগ করিয়া তড়িৎ-উদাসী পরমাণুতে পরিণতি লাভ করে। তদনুযায়ী উহাদেরও একটি সারণী দেওয়া হইল।

### পরা-বিদ্যুৎবাহী মৌল

পটাসিয়াম	নিকেল
সোডিয়াম	টিন
বেবিয়াম	তাম্র
ক্যালসিয়াম	হাইড্রোজেন
ম্যাগনেসিয়াম	কপাচ
অ্যালুমিনিয়াম	মারকারি
জিঙ্ক	সিলভার
আয়রন	গোল্ড

### অপরা-বিদ্যুৎবাহী মৌল

ক্লোরিন
অক্সিজেন
ব্রোমিন
সালফার
ফসফরাস
নাইট্রোজেন

### অনুশীলনী

- ১। ক্যাথোডের স্থান সম্বন্ধে যত্ন জন লিখ।
- ২। তড়িৎ-বিশ্লেষণের সাহায্যে মৌলিক পদার্থের তুল্যাক্ষ বি ভাবে নিগম করা যাইতে পারে উদাহরণ সহ বুঝায়। দাও।
- ৩। “তড়িত-রাসায়নিক তুল্যাক্ষ”, “আয়ন”, এবং “ক্যাথোডে”—এই তিনটি কথার অর্থ কি?
- ৪। এক লব্ধি জন্ত এক অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ প্রবাহ লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের ভিতরে পরিচালনা করিলে প্রমাণ অব্যাহত উৎপন্ন হাইড্রোজেনের আয়তন কত হইবে?
- ৫। ১৫ অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ-প্রবাহ ৩০ মিনিট পরিচালনার ফলে একটি লব্ধি দ্রবণ হইতে ধাতু সঞ্চিত হইয়া ক্যাথোডের ওজন ৮৮৯ গ্রাম বৃদ্ধি পাইয়াছে। ধাতুটি দ্বিযোজী, উহার পারমাণবিক গুরুত্ব কত?
- ৬। একই বিদ্যুৎ-প্রবাহ টিন ক্লোরাইড দ্রব এবং জলের ভিতর দিয়া পরিচালনা করা হইয়াছে। ১ গ্রাম টিন বিশিষ্ট হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে যে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়, তাহার আয়তন কত?



৭। পটাসিয়াম অক্সোডাইড, কপার সালফেট, গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এই তিনটি দ্রবণের ভিতর হইতে এক ফারাদে বিদ্যুৎ দ্বারা কি কি পদার্থ কত পরিমাণে পাওয়া যাইবে ?

৮। লবু সালফিউরিক অ্যাসিড, কপার সালফেট দ্রবণ এবং সিলভার নাইট্রেটের দ্রবণের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎপ্রবাহ দিলে কোন্ কোন্ পদার্থ পাওয়া যাইবে ? (ক) ০.১ গ্রাম কপার যখন বিযোজিত হইবে, এবং (খ) ০.১ গ্রাম সিলভার যখন বিযোজিত হইবে, তখন উৎপন্ন হাইড্রোজেনের প্রমাণ অবস্থায় আয়তন কত হইবে ?  
(কলিকাতা বিশ্বঃ ১৯৪০)

৯। কপার সালফেট দ্রবণের ভিতর দিয়া একঘণ্টা ১৮৬৪ অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎপ্রবাহ দেওয়ার ফলে ২.২১৮ গ্রাম কপার উৎপন্ন হইল। কপারের তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাক্ষ কত ?

১০। একটি ডেনিয়েল সেলের ব্যাটারী হইতে কপার সালফেট দ্রবণের ভিতর বিদ্যুৎপ্রবাহ দেওয়ার ফলে এক ঘণ্টায় ৩১.৫ গ্রাম কপার উৎপন্ন হইল। ব্যাটারীর ভিতর এই সময়ে কত পরিমাণ রূপার উৎপন্ন হইল এবং কি পরিমাণ জিহ্ব দ্রবীভূত হইল ?  $[Cu=৬৩, Zn=৬৫]$

১১। “তড়িৎ-বিয়োজন বাদ” সম্পর্কে একটি সংক্ষিপ্ত বিবরণ লিখ। সিলভার নাইট্রেট দ্রবণের ভিতর দিয়া ২১ অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎপ্রবাহ ২০ মিনিট পরিচালনা করিলে কতটুকু সিলভার ক্যাথোডে সঞ্চিত হইবে ?  
(বাংলাদেশী ১৯৩৩)

১২। মৌলিক পদার্থের তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাক্ষ বলিতে কি বুঝায় ? সিলভারের তাড়িত-রাসায়নিক-তুল্যাক্ষ ০.১১১৮ হইলে অক্সিজেনের তাড়িত রাসায়নিক তুল্যাক্ষ কত ?  $(Ag=১০৮)$   
(কলিকাতা বিশ্বঃ ১৯৪৮)

## ত্রয়োদশ অধ্যায়

### অম্ল, ক্ষারক, ও লবণ

১৩-১। মৌলিক পদার্থঃ ইহাদের নামকরণের কোন বৈজ্ঞানিক নিয়ম নাই। কোন কোন সময় উহাব প্রাপ্তিস্থান রঙ বা কোন স্বাভাবিক ধঃ দ্বারা উহাদের নাম স্থির করা হইয়াছে :—স্ট্রনশিয়াম (স্ট্রনশিয়া), ক্রোমিয়াম (সবুজ), রেডিয়াম (বিশ্ববিকিরণকারী) ইত্যাদি। অনেক সময় কোন দেশ বা গ্রহের নামানুসারেও উহাদের নাম রাখা হইয়াছে, যেমন পলোনিয়াম, ইউরেনিয়াম ইত্যাদি। সাধারণতঃ ধাতুসমূহের নামের শেষে—অম্ (-um) সংযুক্ত থাকে, সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ইত্যাদি। অবশ্য ইহারও ব্যতিক্রম আছে।

যৌগিক পদার্থঃ একাধিক মৌলিক পদার্থের সমন্বয়ে যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি হয়।

দুইটিমাত্র মৌলিক পদার্থের সহযোগে যে সকল যৌগিক পদার্থ গঠিত তাহাদিগকে দ্বিযৌগিক পদার্থ বলে। যেমন,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ।

দ্বিযৌগিক পদার্থের নামে দুইটি মৌলিক পদার্থেরই উল্লেখ থাকে এবং নামের শেষে ‘-আইড’ (ide) যুক্ত করিয়া দেওয়া হয়। যদি এই দুইটি মৌলিক পদার্থের একটি কোন ধাতু বা হাইড্রোজেন হয় তবে উহার নাম প্রথমে উল্লিখিত হয়। যেমন :

$\text{CaO}$  = ক্যালসিয়াম অক্সাইড

$\text{NaCl}$  = সোডিয়াম ক্লোরাইড

$\text{Mg}_3\text{N}_2$  = ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইড

$\text{H}_2\text{S}$  = হাইড্রোজেন সালফাইড

কিন্তু যদি সংযুক্ত মৌলিক পদার্থ দুইটির কোনটক ধাতু না হয়, তবে উহাদের মধ্যে যেটি অধিকতর অপবা-বিদ্যাত্মবাহী (Electro-negative) তাহা পবে স্থান পাইবে। অনেক সময় উহাদের পদমাণুব সংখ্যা বুঝাইবার জন্য উহাদের নামের সঙ্গে মনো ( এক, mono ), ডাই ( দুই, di ), ট্রাই ( তিন, tri ) ইত্যাদি জুড়িয়া দেওয়া হয়। যথা :

$\text{CO}$  = কার্বন মনোক্সাইড

$\text{CCl}_4$  = কার্বন টেট্রাক্লোরাইড

$\text{P}_2\text{S}_5$  = ফসফরাস পেন্টাসালফাইড

$\text{SF}_6$  = সালফার হেক্সাফ্লোরাইড

$\text{CS}_2$  = কার্বন ডাইসালফাইড

দুইটি মৌলিক পদার্থ যখন একাধিক যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি করে, তখন যেটিতে ধাতুর পবিমাণ বেশী তাহাকে ধাতুব নামের সঙ্গে -আস্ (-ous ) যোগ করিয়া উল্লেখ করা হয়। যেটিতে ধাতুর অল্পপাত কম তাহাকে ধাতুর নামের সঙ্গে ‘-ইক’ (-ic) যোগ করিয়া দেওয়া হয়। যথা :

$\text{FeCl}_2$  = ফেরাস ক্লোরাইড  $\text{Cu}_2\text{O}$  = কিউপ্রাস অক্সাইড

$\text{FeCl}_3$  = ফেরিক ক্লোরাইড  $\text{CuO}$  = কিউপ্রিক অক্সাইড

একথাও বলা চলে, যে যৌগটিতে ধাতুর যোজ্যতা কম উহা -আস্ যোগ, যেটিতে ধাতুর যোজ্যতা বেশী উহা -ইক যোগ।

তিনটি মৌলিক পদার্থ দ্বারা গঠিত যৌগিক পদার্থকে ত্রি-যৌগিক পদার্থ বলা হয়। সেই রকম চারটি মৌলিক পদার্থের যোগকে চতুর্যৌগিক পদার্থ নাম দেওয়া হয়।

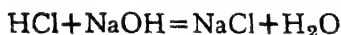
ত্রিযৌগিক পদার্থ— $KClO_3$ ,  $CaCO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$  ইত্যাদি।

চতুর্যৌগিক পদার্থ— $KHSO_4$ ,  $NaH_2PO_4$  ইত্যাদি।

এই সকল যৌগিক পদার্থ অধিকাংশই অ্যাসিড, ক্ষার অথবা লবণ এই তিন শ্রেণীতে পড়ে। ইহাদের নাম সেই সকল অ্যাসিড, লবণ প্রভৃতির সংযুক্তি অনুসারে হইয়া থাকে।

বিভিন্ন রাসায়নিক ধর্ম অনুযায়ী যৌগসমূহকে বিভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে। ইহাদের মধ্যে অ্যাসিড ও ক্ষারক জাতীয় পদার্থগুলিই প্রধান।

অ্যাসিড ও ক্ষারক জাতীয় পদার্থ সাধারণতঃ বিপরীত ধর্মী। যে কোন অ্যাসিড কোন ক্ষারের সংস্পর্শে আসিলেই রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে। এই রকম রাসায়নিক বিক্রিয়াতে সর্বদাই জল এবং লবণ জাতীয় বস্তুব সৃষ্টি হয়। খাত লবণও ( $NaCl$ ) লবণ শ্রেণীতে পড়ে। সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড একটি ক্ষার। উহা হাইড্রোক্সেলিক অ্যাসিডের সংস্পর্শে আসিলেই সোডিয়াম ক্লোরাইড ও জল উৎপন্ন হয় :



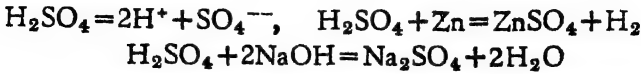
অ্যাসিড      ক্ষার                      লবণ      জল

ইহা ছাড়াও অ্যাসিড এবং ক্ষারে কতগুলি বিশেষ গুণ বর্তমান থাকে।

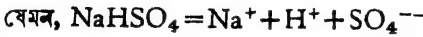
১০-২। **অম্ল বা অ্যাসিড :** অ্যাসিড মাত্রই হাইড্রোজেনেব যৌগিক পদার্থ। ধাতু দ্বাৰা ইহাদেব হাইড্রোজেন সম্পূর্ণ বা আংশিক ভাবে প্রতিস্থাপনীয়। ধাতুর অন্তরূপ ব্যবহারী যৌগমূলক দ্বারাও অ্যাসিডেব হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত কবা যায়। অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণে উহাব অণুগুলি বিয়োজিত হইয়া এক বা একাধিক হাইড্রোজেন আয়নের সৃষ্টি করে। অ্যাসিড সর্বদাই ক্ষারক দ্রবোর সঙ্গে বিক্রিয়া করিয়া জল এবং লবণ উৎপন্ন কবে। অ্যাসিড সাধারণতঃ অম্লস্বাদযুক্ত হয় এবং উহা নীল লিটমাসকে লাল রঙে পরিণত করিতে পারে। কোন পদার্থে এই সমস্ত ধর্ম বর্তমান থাকিলেই উহাকে অ্যাসিড বলা যাইতে পারে।

সালফিউরিক অ্যাসিড নীল লিটমাসকে লাল রঙে পরিণত করে। ইহাতে হাইড্রোজেন বর্তমান এবং জলীয় দ্রবণে এই হাইড্রোজেন আয়নিত হইয়া

থাকে। ধাতু এবং ক্ষারের সঙ্গে বিক্রিয়া করিয়া যে পদার্থ হয় তাহাতে ইহার হাইড্রোজেন ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।

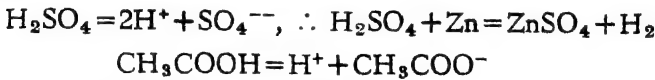


বস্তুতঃ যে কোন পদার্থের দ্রবণে যদি  $\text{H}^+$  আয়ন উৎপন্ন হয় তাহা হইলে উহাকে আম্লিক বা অ্যাসিডিক বলা যাইতে পারে।



যদিও  $\text{NaHSO}_4$  একটি লবণ, উহাকে আম্লিক লবণ বলা হয়।

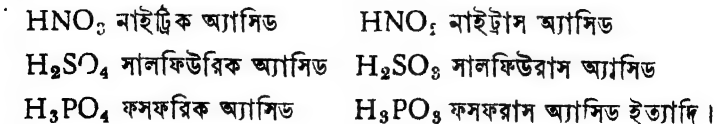
জলে দ্রবীভূত অবস্থায় অ্যাসিডের অণু বিয়োজিত হইয়া হাইড্রোজেন আয়নের ( $\text{H}^+$ ) সৃষ্টি করে। অণুতে যতগুলি হাইড্রোজেন পরমাণু থাকিবে সবগুলিই যে আয়নিত হইবে এমন কোন নিশ্চয়তা নাই। হাইপো-ফসফরাস অ্যাসিডে তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে। উহাদের মধ্যে একটি মাত্র আয়নিত হইয়া থাকে।  $\text{H}_3\text{PO}_2 = \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_2^-$ । যে সমস্ত হাইড্রোজেন পরমাণু আয়নিত হয় তাহারাই শুধু অম্ল ধাতু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইতে পারে।



অ্যাসিডসমূহ দুইভাগে বিভক্ত করা হইয়াছে :

(১) **হাইড্রো-অ্যাসিড**—ইহাতে যথারীতি হাইড্রোজেন আছে, কিন্তু কোন অক্সিজেন নাই। ইহাদেব নামের পূর্বে ‘হাইড্রো’ শব্দ যুক্ত করিয়া দেওয়া হয়। যেমন  $\text{HCl}$ , হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড,  $\text{HCN}$ , হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড ইত্যাদি।

(২) **অক্সি-অ্যাসিড**—ইহাতে হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন দুই-ই বর্তমান। এই সকল অ্যাসিডে আর একটি অধাতু থাকে, তাহার নামান্তরারে ইহাদের নামকরণ হয়। অক্সিজেনের অল্পপাত কম বা বেশী থাকিলে -সাল্ফ এবং -ইক নামের সঙ্গে যুক্ত হয়। যথা—

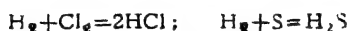


**১৩-৩। অ্যাসিড প্রস্তুত প্রণালী:** বিভিন্ন উপায়ে অ্যাসিড প্রস্তুত করা বাইতে পারে। সাধারণ কয়েকটি প্রণালী এখানে উল্লেখ করা বাইতে পারে।

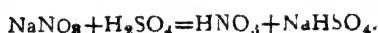
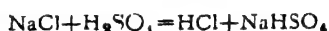
(১) অধাতুর অক্সাইডের সহিত জলের ক্রিয়ার ফলে অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



(২) হাইড্রোজেনের সহিত কোন কোন অধাতুর সাক্ষাৎ রাসায়নিক সংযোগের ফলেও অ্যাসিড প্রস্তুত হইতে পারে।



(৩) অপেক্ষাকৃত কম উষ্ণায়ী অ্যাসিড অম্ল কোন উষ্ণায়ী অ্যাসিডের লবণের উপর বিক্রিয়া করিয়া শেথোক্ত অ্যাসিড উৎপন্ন করিতে পারে। যেমন,



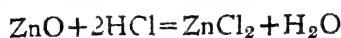
হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও নাইট্রিক অ্যাসিডের উষ্ণায়িত সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে অনেক বেশী।

যে সমস্ত যৌগিক পদার্থ অক্সিজেন এবং অপর একটি মৌলিক পদার্থের সংযোগে গঠিত তাহাদিগকে অক্সাইড বলা হয়। যে সকল যৌগিক পদার্থের অণুতে ‘হাইড্রক্সিল’ (OH) যৌগিক মূলক আছে, তাহাদিগকে হাইড্রক্সাইড বলে।

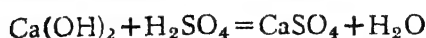
MgO—ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড, NaOH—সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড।

CaO—ক্যালসিয়াম অক্সাইড, Ca(OH)<sub>2</sub>—ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড।

**১৩-৪। ক্ষারক (Base):** সাধারণতঃ ধাতব মৌলের অক্সাইড এবং হাইড্রক্সাইডসমূহকে ক্ষারক বলা হয়। ইহাদের প্রধান ধর্ম অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া দ্বারা জল এবং লবণ উৎপন্ন করা।



ক্ষারক      অ্যাসিড      লবণ      জল

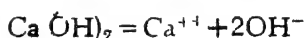


ক্ষারক      অ্যাসিড      লবণ      জল

অ্যামোনিয়া, ফসফিন প্রভৃতি কতকগুলি পদার্থ কোন ধাতুর অক্সাইড বা হাইড্রক্সাইড নয় এবং যদিও উহারা অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ার ফলে লবণ উৎপন্ন করে, কিন্তু কোন জল প্রস্তুত হয় না। সংজ্ঞা অনুসারে ঠিক না হইলেও, ইহাদের ক্ষারক বলিয়াই মনে করা হয়। যথা—  $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ .

**ক্ষার (Alkalies) :** কোন কোন ক্ষাবকীয় হাইড্রক্সাইড জলে দ্রবীভূত হয়। সেই সকল দ্রবণে ক্ষারক সর্বদাই বিযোজিত হইয়া হাইড্রক্সিল  $\text{OH}^-$  আয়ন উৎপন্ন করে। এই সকল ক্ষাবকীয় পদার্থের দ্রবণকে কেবলমাত্র ‘ক্ষার’ বলা হয়। ক্ষার অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ার ফলে লবণ এবং জল উৎপন্ন করে, লাল রঙের লিটমাসকে নীল রঙে পরিণত করে। সচবাচর এই সকল দ্রবণ স্পর্শ করিলে পিচ্ছিল বলিয়া মনে হয়।  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  প্রভৃতি ক্ষার বলিয়া গণ্য হয়। ক্ষাব মাত্রই ক্ষাবক কিন্তু সমস্ত ক্ষাবক ক্ষার নহে।

$\text{CaO}$  ক্ষারক, জলে ইহা দ্রবীভূত হইয়া  $\text{Ca(OH)}_2$  ক্ষাবে পরিণত হয় এবং বিযোজিত হইয়া  $\text{OH}^-$  আয়ন সৃষ্টি করে।



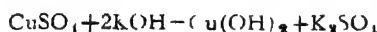
**১৩-৫। ক্ষারক-প্রস্তুতি :** ক্ষারক প্রস্তুতির বহুবিধ উপায় আছে।

(১) ধাতব মৌলিক পদার্থগুলি অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হইয়া ধাতব অক্সাইড হয় ইহারা ক্ষারক জাতীয়।



এ জাতীয় অক্সাইড ধাতুর হাইড্রক্সাইড বাবনেট নামে নামে উৎপন্ন করিয়াও অনেক সময় পাওয়া যায়।

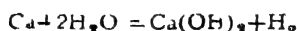
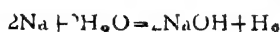
(২) দ্রবীভূত লবণের দাত্ত ক্ষাবেব বিক্রিয়া হইয়া অনেক সময় হাইড্রক্সাইড ক্ষাবক অধঃক্ষিপ্ত হয়।



লবণ                      ক্ষার                      ক্ষাবক                      লবণ

যে সমস্ত ক্ষারক জলে দ্রবীভূত হয় এবং যাহাতে হাইড্রক্সিল মূলক সংখ্যা তাহারাই ক্ষাব। ক্ষাব দুইটি উপায়ে প্রস্তুত সম্ভব।

(১) কোন কোন বাতুর সহিত জলের বিক্রিয়ায় ক্ষাব প্রস্তুত হয়।



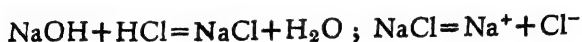
(২) কোন কোন ধাতব অক্সাইড জলের সহিত সংযুক্ত হইয়া ক্ষাব উৎপন্ন করে।



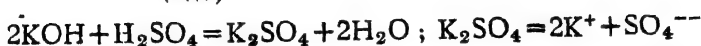
**১৩-৬। প্রশমন-ক্রিয়া (Neutralisation) :** অ্যাসিড ও ক্ষাবক একত্র হইলেই বাসায়নিক বিক্রিয়া হইয়া থাকে। বিক্রিয়ায় ফলে লবণ

ও জল উৎপন্ন হয়। এই লবণ ও জলের কোন ক্ষারকত্ব বা অম্লত্ব থাকে না। অতএব অ্যাসিড ক্ষারকীয় পদার্থের ক্ষারকত্ব দূর করে এবং ক্ষারকও অ্যাসিডের অম্লত্ব প্রশমিত করিয়া থাকে। অ্যাসিড এবং ক্ষারকের এই স্বতঃস্ফূর্ত বিক্রিয়াকে প্রশমন-ক্রিয়া বলা হয়।

প্রশমন-ক্রিয়ার ফলে যে লবণ উৎপন্ন হয়, সেগুলি দ্রবীভূত অবস্থায় বিদ্যৎ-পরিবাহী হয় এবং বিয়োজিত অবস্থায় থাকে। যেমন,

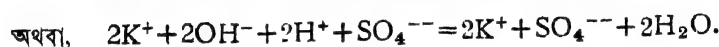
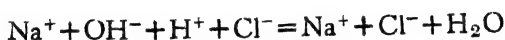


(লবণ)



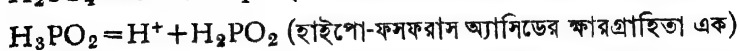
অতএব এই সকল বিক্রিয়াকে আমরা আয়নের সাহায্যে লিখিতে পারি।

যথা :—



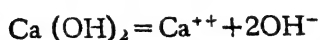
দেখা যাইতেছে যে কোন অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রশমন ক্রিয়াতে কেবল  $\text{H}^+$  আয়নের সহিত  $\text{OH}^-$  আয়নের মিলন সম্পাদিত হয়।

২৩.৭। অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা এবং ক্ষারকের অম্লগ্রাহিতা (Basicity of an acid and acidity of a base) :  
দেখা যায় দুইটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অণু এবং একটি সালফিউরিক অ্যাসিড অণু পৃথকভাবে দুইটি সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড অণুকে প্রশমিত করিতে সমর্থ হয়। অর্থাৎ, বিভিন্ন অ্যাসিডের ক্ষারকত্ব-প্রশমন-ক্ষমতা এক নয়। অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা বলিতে এই ক্ষারকত্ব-প্রশমন-ক্ষমতা বুঝায়। অ্যাসিডের প্রতিটি অণু হইতে যে কয়টি হাইড্রোজেন আয়ন উৎপন্ন হয় অথবা যে কয়টি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত হইতে পারে, সেই সংখ্যা দ্বারা অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা নির্দেশ করা হয়।



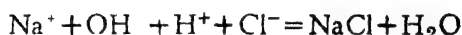
অর্থাৎ, সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বি-ক্ষারিক, হাইপো-ফসফরাস অ্যাসিড এক-ক্ষারিক।

সেই বকম বিভিন্ন ক্ষারকের অ্যাসিড প্রশমন-ক্ষমতাও এক হয় না। একটি সালফিউরিক অ্যাসিডেব অণু প্রশমন করিতে পৃথকভাবে একটি ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড এবং দুইটি সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড অণুর প্রয়োজন হয়। ক্ষারের দ্রবণে প্রতি অণু হইতে যে কয়টি (OH) হাইড্রক্সিল আয়ন-এর সৃষ্টি হয় তদ্বাৰা উহাৰ অম্ল-গ্রাহিতা নিদেৰ কৰা হয়।



সুতরাং ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডেব অম্লগ্রাহিতা দুই। সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড একাত্মিক, ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্বি-আম্লিক ইত্যাদি।

১০৮। লবণ (Salt) : অ্যাসিড এবং ক্ষারকেব বিক্রিয়াতে জলের সহিত অপব যে যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহাকেই লবণ বলে। অ্যাসিডের হাইড্রোজেন ধাতুদ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া লবণের সৃষ্টি হয়। অ্যাসিড ও ক্ষারকেব প্রশমনক্রিয়া হইতে স্পষ্টই বুঝা যায়, ক্ষারকেব পরাবিভাংবাহী অংশ অ্যাসিডেব অপবাবিভাংবাহী অংশেব সহিত মিলিত হইয়া লবণ গঠন করিয়া থাকে।



। বক                      অ্যাসিড

এই দ্রব লবণেব ধাতব অংশকে ক্ষাবকীয় অংশ (basic part) এবং অপব অংশকে আমিক অংশ (acidic part) বলা হয়। এই সমস্ত হা-ধর্মী এবং না-ধর্মী আয়নগুলি মৌলিক পদার্থেব নাও হইতে পারে, উহাদের স্থলে পরা- এবং অপবাবিভাংবাহী যোগমূলকও হইতে পারে, যেমন—



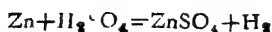
পবাবিভাংবাহী  $\text{NH}_4^+$  আগুন ধাতুব হা-ধর্মী আয়নেব মতই ব্যবহার করে এবং  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{CO}_3^{--}$  ইত্যাদি না-ধর্মী যোগমূলকগুলির ধর্ম সাধারণ না ধর্মী আয়নের মতই হইয়া থাকে।

অ্যাসিড ও ক্ষারকের ক্রিয়া ভাড়াও আরও অনেক উপায়ে ক্ষারীয় অংশ ও আমিক অংশেব সংযোগেব ফলে লবণের উৎপত্তি হইতে পারে। লবণ প্রস্তুতির কয়েকটি উপায় নিম্নে দেওয়া গেল—

(১) অ্যাসিড ও ক্ষারকের বাসায়নিক বিক্রিয়াদ্বারা লবণ তৈয়ারী করা যায়। হতা আমরা পূর্বেই দেখিয়াছি।



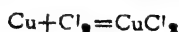
(২) অ্যাসিডের সহিত কোন কোন ধাতুর ক্রিয়ার ফলেও লবণের উৎপত্তি হয়।  
যেমন,—



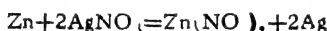
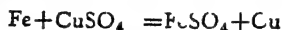
(৩) উদাহ্য অ্যাসিডের লবণের উপর অম্লীয় অ্যাসিডের ক্রিয়ার ফলেও লবণ পাওয়া  
যাইতে পারে। যথা



(৪) একটি ধাতু ও একটি অধাতুর রাসায়নিক সংযোজনা দ্বারাও লবণ উৎপন্ন হইতে পারে



(৫) একটি লবণের দ্বাবী অংশকে অল্প একটি ধাতুদ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া অপব একটি  
লবণ প্রস্তুত করাও সম্ভব।



এই সকল প্রতিস্থাপনাতে যে ধাতুর পরাবিদ্রাৎবাহিতা বেশী সেইটিই প্রতিস্থাপিত হইয়া থাকে।

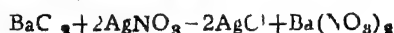
(৬) একটি কার্বীয় অক্সাইডের সহিত একটি অ্যাম্লিক অক্সাইডের মিলনেও লবণ প্রস্তুত  
হয়। যেমন :—



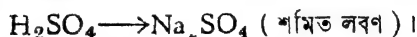
ক্ষারীয় অ্যাম্লিক লবণ

অক্সাইড অক্সাইড

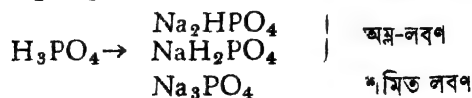
(৭) সময় সময় দুইটি লবণের দ্রবণে মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে পরস্পরের ক্ষারকীয়  
অংশগুলির বিনিময় হয় এবং নূতন লবণের সৃষ্টি হয়। যেমন



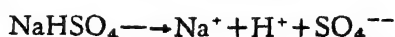
১০-৯। লবণের শ্রেণী-বিভাগঃ অ্যাসিডের সমস্ত  
হাইড্রোজেন পরমাণু ধাতুদ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে যে লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে  
নরমাল বা শামিত (Normal) লবণ বলে।



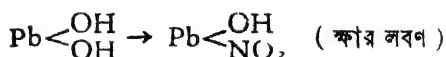
কিন্তু যদি আংশিকভাবে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয়, তবে উৎপন্ন লবণের  
অণুতে এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণু থাকিয়া যাইবে। এই বকম  
লবণকে অম্ল-লবণ ( Acid Salt) বলে।



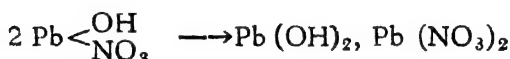
অম্ল-লবণ দ্রবীভূত হইলে উহার হাইড্রোজেন আয়নিত হয় এবং অম্ল-লবণের আবণ্ড ক্ষারকের সহিত বিক্রিয়া করাব ক্ষমতা থাকে।



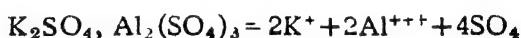
ক্ষারের OH মূলককে অধাতু অথবা আম্লিক মূলক (যথা  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ , ইত্যাদি) দ্বাৰা প্রতিস্থাপিত কবিলেও লবণ উৎপন্ন হয়। ক্ষার-অণুর সবগুলি OH মূলক যদি প্রতিস্থাপিত না হয়, কেবল আংশিক প্রতিস্থাপন কবা হইলে যে লবণ পাওয়া যায় তাহাকে **ক্ষার-লবণ (Basic Salt)** বলে। যেমন :—



এই সকল ক্ষার-লবণকে ক্ষার এবং শমিত লবণের মিশ্রণরূপে ধরা যাইতে পারে।



কোন কোন ক্ষেত্রে দুইটি লবণ একত্রিত হইয়া যুক্ত অবস্থায় থাকে। যেমন, পটাসিয়াম সালফেট এবং অ্যালুমিনিয়াম সালফেট দ্রবণ একত্র করিয়া কেলাসিত কবিলে উহা হহতে যে ক্ষটিক পাওয়া যায় তাহাব সঙ্কেত  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}$  অর্থাৎ প্রতিটি পটাসিয়াম সালফেট অণুর সহিত একটি অ্যালুমিনিয়াম সালফেটের অণু যুক্ত আছে। ইহাদিগকে **দ্বি-ধাতুক লবণ (Double Salt)** বলে। ইহারা জলে দ্রব হহলে ইহাদের মধ্যস্থিত লবণ দুইটি স্বাধীনভাবে বিয়োজিত হইয়া নিজেদের আয়নেব সৃষ্টি কবে।



দুইটি লবণ আবাব ক্ষেত্রবিশেষে এমনভাবে যুক্ত হইয়া যাইতে পারে যে উহাদের স্বাধীন সত্তা সম্পূর্ণ লোপ পায়। একটি নতন লবণেব সৃষ্টি হয় এবং সেগুলি জলে দ্রবীভূত হইয়া আয়ন উৎপন্ন কবে। যেমন—



ইহাদিগকে **‘জটিল লবণ’ (Complex Salt)** বলা যাইতে পাবে। কঠিন অবস্থায় দ্বি-ধাতুক লবণ এবং জটিল লবণ, উভয়ের মধ্যে একটি নতন লবণেব লক্ষণ দেখা যায়। কিন্তু দ্রবীভূত অবস্থায় দ্বি-ধাতুক লবণ নিদিষ্ট আণবিক অস্থপাতে মিশ্রিত উপাদান-লবণ দুইটিব সমস্ত মিশ্রের ত্রায় ব্যবহাব কবে জটিল লবণ এরূপ অবস্থাতেও আদি বৈশিষ্ট্য বজায় রাখে।

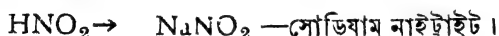
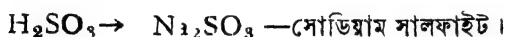
**২০-২০। লবণের নামকরণ :** খাতুর নামের সহিত যে অ্যাসিড হইতে লবণ উদ্ধৃত উহার নাম যুক্ত করিয়া লবণের নাম দেওয়া হয়। যদি অক্সি-অ্যাসিড হয় তবে নামের শেষে '-য়েট' (-ate) জুড়িয়া দেওয়া হয় এবং হাইড্রো-অ্যাসিডের লবণ হইলে নামের শেষে '-আইড' (-ide) যুক্ত করা হয়। যেমন—

$\text{Na}_2\text{SO}_4$  —সোডিয়াম সালফেট       $\text{KCN}$  — পটাসিয়াম সায়ানাইড

$\text{KNO}_3$  —পটাসিয়াম নাইট্রেট       $\text{PbI}_2$  — লেড আয়োডাইড

$\text{KClO}_3$  —পটাসিয়াম ক্লোবেট       $\text{NaCl}$  —সোডিয়াম ক্লোরাইড

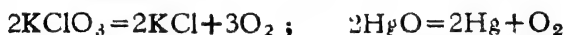
তদবিক অক্সিজেন-সম্পন্ন 'য়াস' (-ous)      ব লবণের নামের শেষে '-রাইট' (-ite) যুক্ত করা হয়।



\* \* \* \* \*

**২০-২১। রাসায়নিক বিক্রিয়া :** সমস্ত বাসায়নিক বিক্রিয়া এক বকম নহে। কোন ক্ষেত্রে হয়ত একাধিক পদার্থ যুক্ত হইয়া নতুন পদার্থের সৃষ্টি হয়, আবার কোন ক্ষেত্রে একটি পদার্থ বিশ্লেষিত হইয়া একাধিক পদার্থ উৎপন্ন করে। বাসায়নিক পবিবর্তনেব প্রকৃতিব উপব ভিত্তি কবিয়া বাসায়নিক ক্রিয়াগুলিকে বিভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াচে।

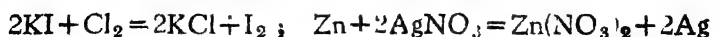
(১) **বিয়োজন বা বিশ্লেষণ ক্রিয়া (Decomposition) :** একটি বস্তু হইতে একাধিক নতুন পদার্থ উৎপন্ন হইলে তাহাকে বিয়োজন বা বিশ্লেষণ ক্রিয়া বলা হয়। যেমন—



(২) **সংশ্লেষণ-ক্রিয়া (Synthesis) :** একাধিক বস্তু একত্র সংযুক্ত হইয়া নতুন পদার্থের সৃষ্টি কবিলে উহাকে সংশ্লেষণ ক্রিয়া বলে। যেমন :—

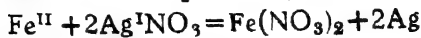
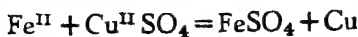


(৩) **প্রতিস্থাপন-ক্রিয়া (Displacement) :** কোন কোন সময় যৌগ পদার্থের ভিতবেব একটি মৌলেব স্থান অপর একটি মৌল অধিকার করে। এই বকম পবিবর্তনকে প্রতিস্থাপন-ক্রিয়া বলে। যেমন :—

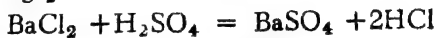
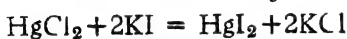
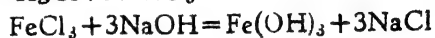
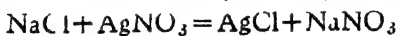


যখন যৌগিক পদার্থের অণুতে একরকম পরমাণুর স্থলে অন্য রকমের পরমাণু প্রতিস্থাপিত হয় তখন তাহাদের সংখ্যা সমান না হইতেও পারে। সংখ্যাগুলি উহাদের যোজ্যতার উপর নির্ভর করে।

একটি দ্বিযোজী পরমাণু দুইটি একযোজী পরমাণু প্রতিস্থাপন করিতে পারে। অথবা দুইটি দ্বিযোজী পরমাণু দ্বারা তিনটি দ্বিযোজী পরমাণুর প্রতিস্থাপন সম্ভব।

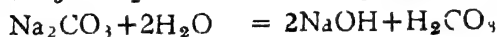


(৪) বিপর্যিবর্ত-ক্রিয়া (Double Decomposition) : দুইটি যৌগিক পদার্থের ভিত্তে যখন উহাদের ক্ষারীয় এবং আম্লিক অংশের বিনিময় দ্বারা নূতন পদার্থের সৃষ্টি হয় তখন উহাকে বিপর্যিবর্ত ক্রিয়া বলে। লবণ, অ্যাসিড এবং ক্ষার জাতীয় পদার্থই কেবল এই রকম ক্রিয়া সম্পন্ন করিতে পারে।



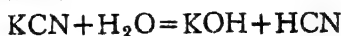
অধিকাংশ বিপর্যিবর্ত ক্রিয়া বিক্রিয়ক দুইটির প্রবেশের ভিত্তে নিঃসৃত হয় এবং বিক্রিয়ালব্ধ পদার্থের একটি অদ্রাৱ্য হইয়া অধঃক্ষিপ্ত হয়। এই কারণে এই রকম ক্রিয়াকে অনেক সময় সংক্ষেপে অধঃক্ষেপণ-ক্রিয়া (Precipitation) বলা হয়।

(৫) আর্দ্র-বিভ্লেষণ-ক্রিয়া (Hydrolysis) : কোন কোন যৌগিক পদার্থ জলের সহিত বিক্রিয়া করিয়া বিযোজিত হইয়া যায় এবং নূতন পদার্থ উৎপন্ন করে। এহ রকম বাসায়নিক পরিবর্তনকে আর্দ্র-বিভ্লেষণ ক্রিয়া বলা হয়।



সোডিয়াম কার্বনেট যদিও লবণ উহা জলে দ্রব হইলে উহাৱ কতকাংশ জলেৱ দ্বাৱা বিভ্লেষিত হইয়া NaOH ক্ষার এবং H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এহ অ্যাসিডেৱ তীব্রতা খুবই কম, কিন্তু NaOH একটি তীব্র ক্ষার, উহা হহতে যথেষ্ট OH<sup>-</sup> আয়ন উৎপন্ন হয়। সুতরাং লবণ হইলেও Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ক্ষারের ন্যে ব্যবহার করে।

যে সমস্ত লবণ মুক্ত অ্যাসিড বা মুক্ত ক্ষার হহতে উৎপন্ন হয় উহাৱা জলের সংস্পর্শে অ্যাসিডে আর্দ্রবিভ্লেষিত হয়।



তীব্র

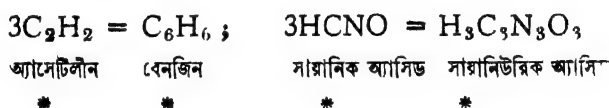
মৃদু

(৬) **প্রতি-বিজ্ঞাস ক্রিয়া (Rearrangement or Isomerism :** কখনও কখনও যৌগিক পদার্থেব অণুতে পরমাণুসমূহের বিজ্ঞাসের পরিবর্তন হয়। কিন্তু পরমাণুর প্রকার বা সংখ্যা একই থাকে। নূতন রকম সংযুতির জ্ঞাত পদার্থ সম্পূর্ণরূপে বদল হইয়া নূতন পদার্থ সৃষ্টি করে। ইহাকে ‘প্রতি-বিজ্ঞাস ক্রিয়া’ বলা যাইতে পারে। যেমন :—

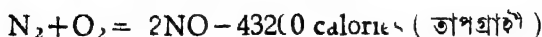


আমোনিয়াম সায়ানেট      ইউরিয়া

(৭) **বহু-যৌগিক-ক্রিয়া (Polymerisation) :** অনেক সময় কোন কোন যৌগিকের একাধিক অণু একত্র সংযুক্ত হইয়া একটি নূতন পদার্থেব অণুতে পরিণত হয়। ইহাকে বহু-যৌগিক-ক্রিয়া বা বহুসংযোগ-ক্রিয়া (Polymerisation) বলে :



বাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পর্কে আব একটি কথা উল্লেখ করা প্রয়োজন। প্রত্যেক রাসায়নিক পরিবর্তনেই তাপ বিনিময় হইয়া থাকে। বিক্রিয়াকালে হয় তাপ বাহির হইয়া আসে অথবা পদার্থগুলি তাপ গ্রহণ করে। যে সকল বিক্রিয়াতে তাপের উদ্ভব হয় তাহাদিগকে ‘তাপ উৎসারী বিক্রিয়া’ (Exothermic reaction) বলে। পক্ষান্তরে বিক্রিয়াতে যদি তাপের শোষণ হয় তবে উহাকে ‘তাপ-গ্রাহী বিক্রিয়া’ বলে। কখন কখনও বিক্রিয়ার সমীকরণের ডানদিকে তাপের পরিমাণেব সংখ্যা যোগ বা বিয়োগ চিহ্ন সহ লিখিয়া যথাক্রমে তাপ উদ্ভব বা শোষণ বুঝান হয়। যথা :



যদি কোন যৌগ উহাব মৌলিক উপাদানের সান্ব্যংসংযোগ দ্বারা উৎপন্ন হওয়ার সময় তাপ-গ্রহণের প্রয়োজন হয় তবে সেই যৌগকেও তাপ-গ্রাহী যৌগ বলা হয়। নাইট্রিক অক্সাইড তাপ-গ্রাহী যৌগ। মৌল সংযোগে যৌগ উৎপন্ন করার সময় তাপেব উদ্ভব হইলে উহাকে তাপ-উৎসারী যৌগ বলে। বার্বন ডাই-অক্সাইড তাপ উৎসারী যৌগ।

# দ্বিতীয় খণ্ড

## অধাতব মৌল

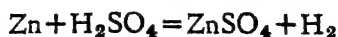
### পঞ্চদশ অধ্যায়

### হাইড্রোজেন

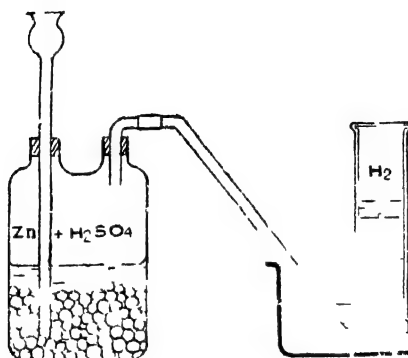
সংকেত  $H_2$  । পরমাণু ভরমাঙ্ক ১। পারমাণবিক গুরুত্ব ১০০৮।

প্রকৃতিতে হাইড্রোজেন প্রায় সবদাই অক্সিজেন মৌলের সহিত সংযুক্ত অবস্থায় থাকে। হাইড্রোজেনের যে সমস্ত যৌগ সচরাচর পাওয়া যায় তাহাদের মধ্যে তেল, পেট্রোলিয়াম এবং বিভিন্ন জৈব পদার্থ বিশেষ উল্লেখযোগ্য। আগ্নেয়গিবি বা পেট্রোলিয়াম খনি হইতে নিগত গ্যাসের ভিতর খুব সামান্য পরিমাণ হাইড্রোজেন মৌলাবস্থায় থাকে। হাইড্রোজেন যে একটি মৌলিক পদার্থ ১৭৬৬ খ্রিষ্টাব্দে হতা ক্যাভেন্ডিশ সর্বপ্রথমে প্রমাণ করেন।

১৫-১। প্রস্তুতি : ল্যাবরেটরী পদ্ধতি : ছুই-মুখ-বিশিষ্ট একটি উল্ফ-বোতলে পানিকটা দস্তার ছিবড়া (granulated zinc) লে। কর্কের সাহায্যে বোতলের একটি মুখে একটি দীর্ঘনাল ফানেল (thistle funnel) এবং অপর মুখে একটি বাকান নিগম নল জুড়িয়া দাও (চিত্র ১৫ক)। লক্ষ্য রাখিতে হইবে যে কর্ক এবং নলগুলি সংযোগ যেন সম্পূর্ণ বায়ুরোধী (air-tight) হয়। কাবণ, তাহা না হইলে হাইড্রোজেনের সহিত বায়ু মিশিয়া গিয়া একটি বিক্ষারক মিশ্রণে পরিণত হওয়ার সম্ভাবনা থাকিবে। নিগমনলের শেষ প্রান্তটি একটি গ্যাস-দ্রাবীর ভিতরে জলের নীচে রাখিতে হইবে। ইহার পর দীর্ঘনাল-ফানেলের ভিতর দিয়া লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড উল্ফ-বোতলের ভিতরে ঢালিয়া দাও। অ্যাসিডের পরিমাণ এমন হওয়া উচিত যে দস্তার ছিবড়াগুলি সম্পূর্ণ আবৃত থাকে এবং দীর্ঘনাল-ফানেলের প্রান্তটি অ্যাসিডে ডুবিয়া থাকে, নচেৎ এই ফানেলের ভিতর দিয়াই হাইড্রোজেন বাহির হইয়া যাইবে। অ্যাসিড জিকের সংস্পর্শে আসিলেই রাসায়নিক বিক্রিয়া আরম্ভ হয় এবং হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।



উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাস প্রথমে বোতলের অভ্যন্তরস্থ বায়ুকে নির্গম-নলের ভিতর দিয়া বাহিব করিয়া দেয়। বাতাস বাহির হইয়া যাওয়ার পব নির্গম-



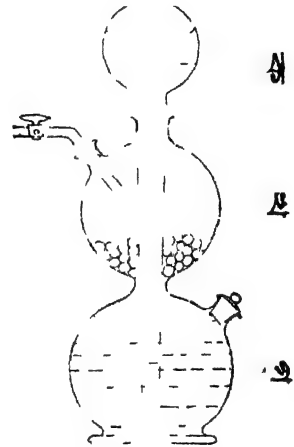
চিত্র ১৫ক - হাইড্রোজেন প্রস্তুতি

নল দিয়া হাইড্রোজেন আসিতে থাকে এবং গ্যাস-জোঁগীৰ জলের ভিতর দিয়া বদবুদের আকাৰে উঠিতে থাকে। একটি গ্যাস-জার জলে সম্পূর্ণ ভর্তি করিয়া যেখানে গ্যাসের বদবুদ বাহির হইতেছে সেখানে উপুড় করিয়া বস। হাইড্রোজেন তখন এই গ্যাস-জারেব জল অপসারিত করিয়া সেই পাতে সঞ্চিত হইতে থাকিবে। প্রথম গ্যাস-জারটি হাইড্রোজেন পূর্ণ করিয়া উহাতে একটি জলস্ত কাঠি প্রবেশ করাওয়া দাও। যদি বিস্ফোরণ হয় তবে এবিধে হইবে উল্ফ-বোতলের অভ্যন্তরের বায়ু সম্পূর্ণ বাহির হইয়া যায় নাই। আরও খানিকক্ষণ হাইড্রোজেন গ্যাস ছাড়িয়া দিয়া ভিতরের বাতাসকে সম্পূর্ণ দূর করিয়া দাও। অতঃপর কয়েকটি গ্যাস জার প্রথমে জলপূর্ণ করিয়া পবে জল অপসারণ দ্বারা হাইড্রোজেন গ্যাসে ভর্তি করিয়া লও এবং ঢাকনি দিয়া মুখ বন্ধ করিয়া উপুড় করিয়া রাখ। ল্যাবরেটরীতে সাধাবণতঃ এইভাবেই হাইড্রোজেন প্রস্তুত করা হয়।

**কিপ-যন্ত্র :** উল্ফ বোতলের সাহায্যে হাইড্রোজেন উৎপাদনের একটি প্রধান অস্থবিধা এই যে জিঙ্ক যতক্ষণ অ্যাসিডেব সঙ্গে থাকিবে ততক্ষণই হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইতে থাকিবে। যে কোন সময়ে প্রয়োজনানুযায়ী এবং নিয়মিত পরিমাণে হাইড্রোজেন পাওয়ার জন্য ল্যাবরেটরীতে আজকাল কিপ-

যন্ত্রের বহুল ব্যবহার হয়। কিপ্-যন্ত্রটি দুইটি অংশে তৈয়ারী (চিত্র-১৫ খ)। নীচেব অংশে দুইটি গোলাকৃতি বালব (‘খ’ ও ‘গ’) একত্র যুক্ত থাকে এবং উপরের অংশে আর একটি গোলাকৃতি বালব (‘ক’) থাকে। উপরের এই বালবটির নীচের দিকে একটি দীর্ঘ নল যুক্ত আছে। ইহা সর্বনিম্ন বালব ‘গ’-এর ভিতরে গিয়া শেষ হইয়াছে। এই দুইটি অংশের সংযোগটি অবশ্য খুব দৃঢ় এবং বায়ুরোধী। মধ্যস্থ ‘খ’ বালবের একটি নির্গম-পথ আছে। উহাতে একটি কর্কের সাহায্যে একটি স্টপকক জুড়িয়া দেওয়া হয়। নীচের ‘গ’ বালবেরও একটি বহির্দ্বার আছে, উহা একটি কর্ক দ্বারা আঁটিয়া দেওয়া হয়, প্রয়োজন হইলে এই কর্ক খুলিয়া ভিতবেব অ্যাসিড বা তরল পদার্থ বাহির করিয়া লওয়া হয়।

মধ্যস্থ ‘খ’ বালবের ভিতরে প্রথমে কিছু জিকের টুকরা বাখা হয়। তাহাব পর স্টপককটি খুলিয়া রাখিয়া উপরেব বালবে লঘু সাল-ফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া দেওয়া হয়। এই অ্যাসিড নল বাহিয়া প্রথমে নীচের বালবে আসে এবং উহা পূর্ণ হইয়া গেলে মধ্যস্থ ‘খ’ বালবে প্রবেশ লাভ কবে। এইখানে জিক্বেব সংস্পর্শে অ্যাসিড আশিলেই হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইতে থাকে। প্রথমে পৰ্য্যবেক্ষণ ভিতর দিয়া ‘গ’ বালবের বায়ু বাহিব হইয়া যায় এবং পবে হাইড্রোজেন গ্যাস নিগত হইতে থাকে। এইভাবে হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।



চিত্র ১৫ ‘খ’-কিপ-যন্ত্র

প্রয়োজন শেষে স্টপককটি বন্ধ করিয়া দিলে, ‘খ’ বালবে যে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় তাহা বাহির হইতে না পারিয়া অ্যাসিডের উপর চাপ দিবে। ইহার ফলে অ্যাসিড নীচেব দিকে নামিয়া যায় এবং নিম্নস্থ বালবেব অ্যাসিড নল বাহিয়া উপরেব ‘ক’ বালবে আসিয়া জড় হয়। মধ্যস্থিত বালবের জিক্বেব সংস্পর্শ হইতে অ্যাসিড সরিয়া গেলেই হাইড্রোজেন উৎপাদন বন্ধ হইয়া যায়। পুনরায় হাইড্রোজেন প্রয়োজন হইলে কেবল স্টপককটি খুলিলেই চলিবে। কাবণ, স্টপকক খুলিলে স্বাভাবিক নিয়মে আবাব অ্যাসিড মধ্যস্থ বালবে আসিবে এবং পূর্বের মত জিক্বেব সহিত ক্রিয়াব ফলে

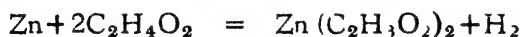


হাইড্রোজেন উৎপন্ন করিবে। কিপ্-ঘন্ত্রের সাহায্যে এইভাবে ইচ্ছানুযায়ী প্রয়োজনানুরূপ হাইড্রোজেন পাওয়ার সুবিধা হয়।

জিক্স ও সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে যে হাইড্রোজেন পাওয়া যায় তাহা বিশুদ্ধ নয়। জলীয় বাষ্প ছাড়াও আবণ্ড অক্সিজেন গ্যাস যেমন আবসাহন ( $\text{AsH}_3$ ), ফসফাইন ( $\text{PH}_3$ ), হাইড্রোজেন সায়ানাইড ( $\text{HCN}$ ) কার্বন ডাইঅক্সাইড ( $\text{CO}$ ) প্রভৃতি খুঁ অল্প পরিমাণে উহার সহিত মিশ্রিত থাকে। বিশুদ্ধতর গ্যাস পাইতে হইলে এই হাইড্রোজেনকে যথাক্রমে লেড নাইট্রেট "হ'ব স লফেট ও পটা সায়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ এবং সর্বশেষে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের দ্রবণ দিয়া চালনা করিয়া দোত কাঁচা লইতে হয়। এই সকল দ্রবণ কতকগুলি গ্যাসধানকের (Gas washer) মধ্যে বাধিয়া হাইড্রোজেনের বুদবুদের আকারে উহাদের ভিতর দিয়া পরিচালিত করা হয় হইতে উপরোক্ত গ্যাসগুলি শোষিত হইয়া যায়। (ক) লেড নাইট্রেট  $\text{H}_2\text{O}$  দরীভূত করে (খ) সিলভার সায়ানোট  $\text{AsH}_3$  ও  $\text{PH}_3$  দূব করে। (গ) পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড  $\text{CO}$  ইত্যাদি এবং সালফিউরিক অ্যাসিড জলীয় বাষ্প শোষণ করে।

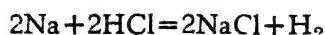
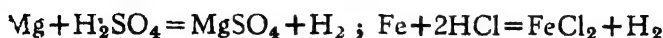
১৫-২। হাইড্রোজেন প্রস্তুতির অন্যান্য প্রণালীঃ  
তিন রকম পদার্থ হইতে সাধারণতঃ হাইড্রোজেন উৎপাদন করা যাইতে পারে— (ক) অ্যাসিড, (খ) ক্ষারজাতীয় পদার্থ এবং (গ) জল।

(ক) অ্যাসিড হইতেঃ আমবা পূর্বেই দেখিয়াছি, জিক্স ও সালফিউরিক অ্যাসিড সহযোগে সহজেই হাইড্রোজেন উৎপাদন সম্ভব। কিন্তু জিক্সের পরিবর্তে অক্সিজেন অনেক ধাতু এবং সালফিউরিক অ্যাসিডের বদলে অক্সিজেন কোন কোন অ্যাসিডও স্বাভাবিক উষ্ণতায় এই গ্যাস উৎপন্ন করে। নিম্নে এইরূপ কয়েকটি রাসায়নিক বিক্রিয়ার উদাহরণ দেওয়া হইল।

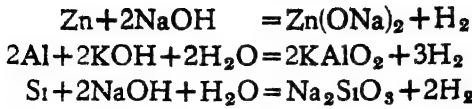


অ্যাসেটিক অ্যাসিড

জিক্স অ্যাসিডেট



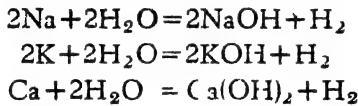
(খ) ক্ষার হইতেঃ জিক্স, অ্যালুমিনিয়াম, টিন প্রভৃতি কয়েকটি ধাতু বা ধাতুকল্প কঠিক সোডা জাতীয় তীব্র ক্ষার হইতে ঐষৎ উষ্ণ অবস্থায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। যেমন,



(এই সমস্ত বিক্রিয়াতে জিঙ্ক, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি বিচূর্ণ অবস্থায় (dust) ব্যবহার করা প্রয়োজন।)

(গ) জল হইতে : জল হইতে হাইড্রোজেন উৎপাদন করার নানাপ্রকার উপায় আছে

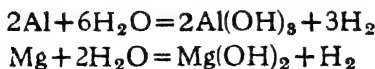
১) বিভিন্ন উষ্ণতায় বিভিন্ন ধাতু বা সাহায্যে জল হইতে হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। যেমন, স্বাভাবিক উষ্ণতায় সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম ইত্যাদি ধাতু জল হইতে হাইড্রোজেন উৎপাদন করে।



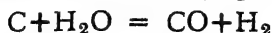
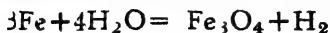
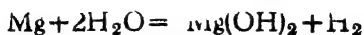
এই ধাতু ধাতুর সহিত জলের বিক্রিয়া খুব দ্রুত এবং তীব্রতার সহিত সম্পন্ন হয় বলিয়া অনেক সময় বিস্ফোৰণ হয়। সেইজন্য প্রায়ই এই ধাতুগুলি পানির সঙ্গে মিশ্রিত কবিয়া পারদমন্ডব (amalgam) রূপে জলে দেওয়া হয়।

পরীক্ষা : জা ছা কায়ক করা সোডিয়াম এবং পটাসিয়াম সাহায্য পানির সহিত উষ্ণ রূপে পাওয়া যায়। এই মিশ্রিত পদার্থে বস্তু আঁকা যাবে হইবে। হইবে কয়েকটি টুকরা একটি পাত্রে জল রাখিয়া ডুকাতে চড়িয়া দাও। তাৎক্ষণিক বিক্রিয়া হলে আশে আশে হাইড্রোজেন উঠিতে থাকিবে। একটি গ্যাসের জলপূর্ণ বাবুয়া উপরে ধরিলে হাইড্রোজেন রূপে উপস্থাপিত কবিয়া প্রস্তুত গ্যাস ভাবে সংকীর্ণ হইবে।

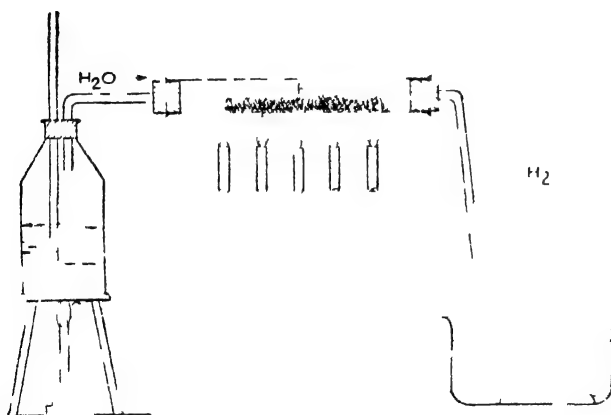
ফুটন্ত জলে ম্যাগনেসিয়াম বা অ্যালুমিনিয়াম চূর্ণ দিলেও হাইড্রোজেন পাওয়া যায় :—



ম্যাগনেসিয়ামের উপর দিয়া অথবা উত্তপ্ত লোহচূর্ণের উপর দিয়া জলীয় বাষ্প (স্টীম) পরিচালিত করিলেও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। লোহিত-তপ্ত কার্বনের (Red hot carbon) সহিত জলীয় বাষ্পের বিক্রিয়াতেও হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

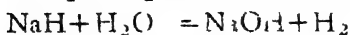
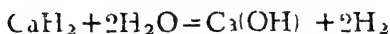


**পরীক্ষা :** দুই মুখ-খোলা অপেক্ষাকৃত মোটা একটি শক্ত কাচের নলের ভিতরে কিছু লৌহচূর্ণ লও। নলটি একটি চুল্লীতে রাখিয়া দাও। উহাব দুইটি মুখে দুইটি কর্ণের ভিতর দিয়া দুইটি সরু বাচ নল জুড়িয়া দাও। ইহাদেব একটি কাচনল বাঁকাইয়া ছিপিবদ্ধ একটি আংশিক জলপূর্ণ কুপীর সহিত যুক্ত করিয়া দাও (চিত্র ১৫গ)। অপর প্রান্তের কাচ নলের শেষ অংশটি একটি গ্যাস-জোণিব জলের মধ্যে প্রবেশ কবাহয়া দাও। চুল্লীটি এখন প্রজ্জ্বলিত করিয়া দাও লৌহচূর্ণ উত্তপ্ত হইয়া উঠিবে। কুপীর জলটি এখন দীপ-সাহায্যে যুটাইতে থাক। জলীয় বাষ্প তখন নলের ভিতর দিয়া উত্তপ্ত লৌহচূর্ণের উপর আসিতে থাকিবে এবং হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে। লৌহচূর্ণ একপ্রকার কঠিন অক্সাইডে পরিণত হইয়া যাইবে। উৎপন্ন হাইড্রোজেন নির্গমন নল দিয়া আসিয়া বুদবুদেব আকাশে জলের ভিতর দিয়া বাঁচর হঠাত থাকিবে। একটি ভলপূর্ণ গ্যাস-জাব উপুড় রাখিয়া ধীরে এই গ্যাস উহাতে সঞ্চিত হইবে।



চিত্র ১৫গ—লৌহচূর্ণ ও জলীয় বাষ্প হইতে হাইড্রোজেন প্রস্তুতি

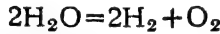
(২) ধাতু হাইড্রাইডসহ ধাতু এবং হাইড্রোজেনের যৌগ) খুব সহজেই জলের সহিত বাসায়নিক বিক্রিয়া করে এবং হাইড্রোজেন উৎপাদন করে। ক্যালসিয়াম হাইড্রাইডের সাহায্যে জল হইতে হাইড্রোজেন উৎপাদন কবাব পদ্ধত্যাক হাইড্রোজেন প্রণালী বলে।



৩) বৈদ্যুতিক বিশ্লেষণে ফলে জল হইতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাওয়া যায়। জলের অণুগুলি কিসদংশ আয়নিত অবস্থায় থাকে এবং

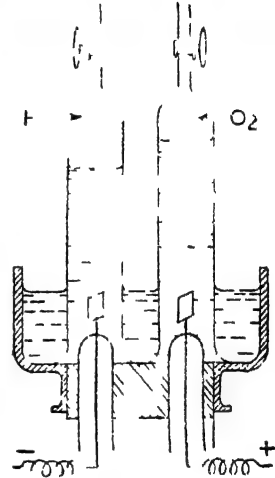
তড়িৎপ্রবাহের ফলে ক্যাথোড- বা অপরা-প্রান্তে হ জেন নির্গত হয়।  
(পৃষ্ঠা ১৩৫)

কিন্তু জল সুপরিবাহী নয় বলিয়া বিদ্যুৎপ্রবাহ দ্বারা বিশুদ্ধ জল হইতে হাইড্রোজেন পাওয়া শক্ত। বিশুদ্ধ জলের পরিবর্তে যদি কোন অ্যাসিড বা ক্ষারজাতীয় পদার্থের লঘু দ্রবণ তড়িৎ-বিশ্লেষিত করা যায় তাহা হইলে সহজে হাইড্রোজেন পাওয়া সম্ভব। বাস্তবিক পক্ষে কিন্তু জলই বিশ্লেষিত হয়।



**পরীক্ষা :** অ্যাসিডের তড়িৎ বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে ১৫ম চিত্রানুযায়ী একটি যন্ত্রের প্রয়োজন।

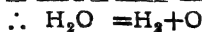
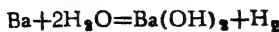
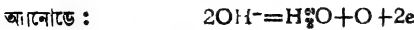
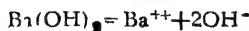
একটি কাচপাত্রে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড লও। এর অ্যাসিডের ভিতর দুইটি প্লাটিনামের পাত নিমজ্জিত থাকিবে। এই পাত দুইটি তাবের সাহায্যে বাহিরে ব্যাটারীর সহিত যুক্ত করার ব্যবস্থা থাকে। প্রত্যেকটি প্লাটিনাম পাতের উপর এক মুখ বন্ধ একটি অপেক্ষাকৃত মোটা বাফের নল লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে সম্পূর্ণ ভরিয়া লওয়া উটা করিয়া রাখ। প্রত্যেকটি নলের উপরের অংশে একটি সটপকক লাগান থাকিবে। এই সটপকক সাহায্যে গ্যাস বাহির করিয়া লওয়া যাত্তে পাবে। প্লাটিনামের পাত দুইটি এখন কান ব্যাটারীর ধনাত্মক ও ঋণাত্মক পাতের সহিত জড়ণা দিলে বিদ্যুৎপ্রবাহ চলিতে থাকিবে এবং অ্যানোডে অক্সিজেন ও ক্যাথোডে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে। উৎপন্ন হাইড্রোজেনের আয়তন অক্সিজেনের দ্বিগুণ হইবে।



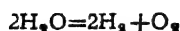
চিত্র ৫ম— তড়িৎ বিশ্লেষণ

যদিও অ্যাসিড লওয়া হইয়াছে কিন্তু উহাও কোন পাবকতন হয় না। জলের বিশ্লেষণের ফলেই হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাওয়া যায়।

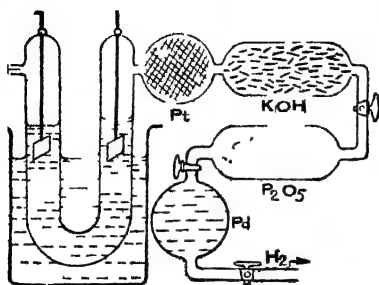
**পরীক্ষা ২ :** উপরোক্ত যন্ত্রে অ্যাসিডের বদলে যদি কোন ক্ষার লওয়া হয়, তাহা হইলেও তড়িৎপ্রবাহ দিলে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাওয়া যায়। কেন না



অথবা,



বিশুদ্ধতম হাইড্রোজেন এই বেরিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের তড়িৎ-বিশ্লেষণের দ্বারা তৈয়ারী

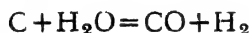


চিত্র ১৫৬—বিশুদ্ধতম হাইড্রোজেন

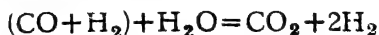
হাইড্রোজেন গ্যাসটি শোষণ করিয়া লয়। অক্সিজেন গ্যাস শোষিত হয় না। প্রয়োজনানুসারে উক্ত প্যালাডিয়াম উত্তপ্ত করিলেই বিশুদ্ধতম হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

অনেক রাসায়নিক শিল্পে প্রভূত পরিমাণে হাইড্রোজেন প্রয়োজন হয়। বস্ প্রণালীতে উহা প্রস্তুত হয়।

**১৫-৩। বস্ প্রণালী (Bosch Process) :** এই প্রণালীতে জলীয় বাষ্প লোহিত-তপ্ত কোক-কয়লার উপর পরিচালনা করিয়া ওয়াটার-গ্যাস প্রথমে তৈয়ারী করা হয়। ওয়াটার-গ্যাস কার্বন-মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ।



এই ওয়াটার গ্যাস আরও অতিরিক্ত জলীয় বাষ্পের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত লৌহ-অক্সাইড ও কোকসিয়াম অক্সাইডের প্রভাবক উপব দিয়া পরিচালিত করিলে কার্বন মনোক্সাইড ডাই-অক্সাইডে রূপান্তরিত হইয়া যায় এবং আবও হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।



কার্বন ডাই-অক্সাইড ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণটি অতিরিক্ত চাপে জল, কৃত্তিক সোডা ও কিউপ্রাস-ফর্মেটের দ্রবণের ভিতর দিয়া লইয়া গেলে উহার কার্বন ডাই-অক্সাইড ও মনোক্সাইড দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

**সাধারণ খাত্ত লবণের তড়িৎ-বিচ্ছেদ :** সাধারণ খাত্ত লবণের (NaCl) দ্রবণ বিদ্যুৎবাহী। তড়িৎ বিচ্ছেদ দ্বারা ইহা হইতে ক্যাথোডে হাইড্রোজেন ও ক্যাটিক সোডা পাওয়া যায়। সোডিয়াম সম্বন্ধে আলোচনার সময়ে ইহাব বিস্তারিত বিবরণ পাওয়া যাইবে।

**১৫৪। হাইড্রোজেনের ধর্ম :** (১) বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন একটি স্বচ্ছ বর্ণহীন গ্যাস। ইহা জলে অদ্রবণীয়,  $0^\circ$  সেটিগ্রেড উষ্ণতায় প্রতি ঘন সেটিমিটার জলে হাজার দ্রবণীয়তা মাত্র ০.২২ ঘন-সেটিমিটার। ইহা সমস্ত পদার্থ হইতে লঘুতর—অর্থাৎ ইহা লঘুতম পদার্থ। ইহাব ঘনত্ব ০.০০০৮৯ গ্রাম। প্রতি ঘন সেটিমিটারে।

**পরীক্ষা :** একটি বায়ুপূর্ণ জার উল্টা করিয়া রাখিয়া তাহাব নীচে একটি হাইড্রোজেন-পূর্ণ জার রাখ। একটু সময়ের মধ্যেই দেখা যাইবে যে হাইড্রোজেন জারের জারে চলিয়া গিয়াছে। একটি অলস্ত কাঠি উপরের জারে ঢুকাইলেই উহা নিভিয়া যাইবে এবং হাইড্রোজেন গ্যাস জ্বলিয়া উঠিবে। হাইড্রোজেন বায়ু অপেক্ষা হালকা প্রমাণিত হইল। এইভাবে অস্বাস্থ্য গ্যাস হইতেও ইহার লঘুত্ব প্রমাণ করা সম্ভব (চিত্র ১৫৮)।

**পরীক্ষা :** একটি ছোট বেলুনে হাইড্রোজেন ভরিয়া ছাড়িয়া দিলে উহা তৎক্ষণাৎ উপরের দিকে উঠিয়া যায়। হাইড্রোজেন বায়ু হইতে হালকা না হইলে ইহা হইত না।

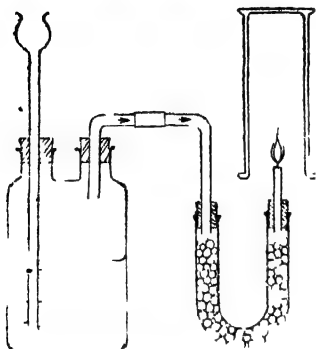
২) হাইড্রোজেন একটি দাহ্য পদার্থ। বায়ু বা অক্সিজেনের উপস্থিতিতে আগুনের সংস্পর্শে আসিলেই উহা জ্বলিয়া উঠে। দহনবালে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের রাসায়নিক মিশ্রণ চিত্র ১৫৮—হাইড্রোজেনের লঘুত্ব সংসাদিত হয় এবং জল উৎপন্ন হয়। হাইড্রোজেন নিম্ন দাহ্য বটে, কিন্তু অপরের দহন ক্রিয়ায় কোন সহায়তা করে না। হাইড্রোজেনের এই দাহ্যত্বের জন্য অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ খুব সহজে জ্বলিয়া উঠিয়া বিস্ফোরণের সৃষ্টি করে।  $2H_2 + O_2 = 2H_2O$

**পরীক্ষা ১ :** একটি অলস্ত কাঠি একটি হাইড্রোজেন-পূর্ণ জারের ভিতর প্রবেশ করাইয়া দাও। দেখিবে, উহা নিভিয়া গিয়াছে, কিন্তু জারের হাইড্রোজেন গ্যাস জ্বলিয়া উঠিবে।

**পরীক্ষা ২ :** একটি শক্ত বাতের বোতল জলপূর্ণ কর। তারপর জল সরাইয়া উহাতে প্রথমে ঠু অংশ হাইড্রোজেনে পূর্ণ কর এবং পরে ঠু অংশ অক্সিজেন গ্যাস দ্বারা ভরিয়া লও। বোতলের



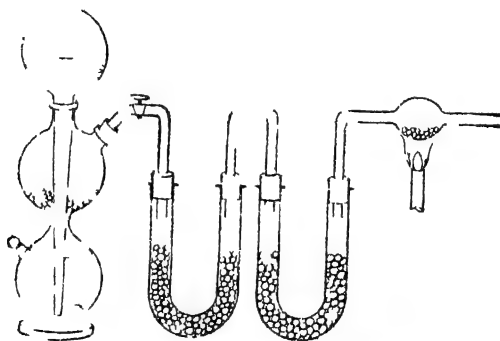
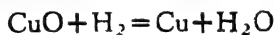
মুখটি কৰ্কষায়া বন্ধ করিয়া রাখ। একটি মোটা তোয়ালে দ্বারা উহা জড়াইয়া লইয়া উহার মুখের কৰ্কট একটি ছোট দীপশিখার সামনে ঝুলিয়া দাও। তৎক্ষণাৎ একটি প্রচণ্ড বিস্ফোরণের সহিত হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন মিশ্রণটি জ্বলিয়া উঠিবে। পরীক্ষাটি অতি সাবধানে করা প্রয়োজন।



চিত্র ১৫৬—হাইড্রোজেনের দহন

**পরীক্ষা :** উল্লেখ্য হইতে উদ্ধৃত হাইড্রোজেন গ্যাস অনার্ল ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-পূর্ণ একটি U-নলের ভিতর দিয়া চালনা করিয়া উহা বজ্র দূরীভূত করিয়া লও। এই বিশুদ্ধ হাইড্রোজেনকে একটি সরু নলের ভিতর দিয়া ধীরে ধীরে বাহির করিয়া লইয়া নলের মুখ আশ্রয় ধরাইয়া দাও। সরু নলটি একটি মোটা নলের মধ্যে রাখ। হাইড্রোজেন ঈষৎ নীল আশ্রয় সহিত জ্বলিতে থাকিবে এবং বায়ু অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল সৃষ্টি করিবে। এই জল ছোট ছোট বিন্দু আকারে মোটা নলটির গায়ে জমিতেছে দেখা যাইবে (চিত্র ১৫৬)।

৩ অক্সিজেনের প্রতি হাইড্রোজেনের একটা বিশেষ আকর্ষণ দেখা যায়। অনেক উত্তপ্ত ধাতব অক্সাইডের উপর দিয়া হাইড্রোজেন চালনা করিলে সেহ সকল যৌগ হইতে অক্সিজেন বিচ্যুত হইয়া হাইড্রোজেনের সংযোগে জলে পরিণত হয় এবং মৌলিক ধাতুটি উৎপন্ন হয়। যেমন, হাইড্রোজেনের সামান্য কপার অক্সাইড উত্তপ্ত করিলে জল এবং কপার পাওয়া যায়।



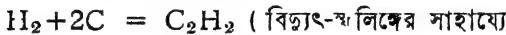
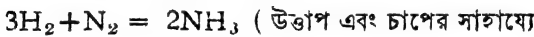
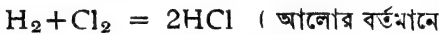
চিত্র ১৫৭—হাইড্রোজেন দ্বারা CuO বিজারণ

**পরীক্ষা :** ক্রিপ যন্ত্র হইতে উৎপন্ন হাইড্রোজেন অনার্ল ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-পূর্ণ U-নলের ভিতর দিয়া চালনা করিয়া উহাকে বিশুদ্ধ করিয়া লও। দুইদিকে দুইটি নলসংযুক্ত একটি

ছোট বালবে অল্প পরিমাণ কালো কপার অক্সাইড লও। এই বালবটি রবার নল দ্বারা U-নলের সহিত জুড়িয়া দাও—যাহাতে বিশুদ্ধ হাইড্রোজেনের প্রবাহ কপার অক্সাইডের উপর দিয়া বাইতে পারে। বালবের অপব মুখে একটি কর্ক আঁটিয়া উহাতে একটি অপেক্ষাকৃত দীর্ঘ সরু নির্গম-নল যুক্ত করিয়া দাও, যাহাতে হাইড্রোজেন অনেকটা দূবে নির্গত হয়। এখন আস্তে আস্তে দীপ-সাহায্যে বালবটি উত্তপ্ত কব। দেখিতে পাইবে কালো কপার অক্সাইড বাল কপার ধাতুতে পরিণত হইয়া বাইতেছে এবং নির্গম-নলের ভিতর ছোট জল-বিন্দু সঞ্চিত হইতেছে।

যৌগ হইতে এইরূপ অক্সিজেন সরাহয়া লওয়া এককপ বিজারণ-ক্রিয়া। সুতরাং হাইড্রোজেন একটি বিজারক-দ্রব্য বলিয়া পরিগণিত হয়। যে সকল ধাতুর পরাবিদ্যুৎবাহিতা (Electro-positiveness) অপেক্ষাকৃত কম তাহাদের অক্সাইডই শুধু হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত হয়।

(৪) বিশেষ বিশেষ অবস্থায় অনেক অ-ধাতুব সহিত হাইড্রোজেনের সাক্ষাৎ-সংযোগ ঘটে। যেমন :-



এবং কোন কোন ক্ষেত্রে ধাতুব সহিতও হাইড্রোজেন মিলিত হয় :-



এই সমস্ত পদার্থকে ধাতব হাইড্রাইড বলে। হহাবা সাধারণতঃ অস্থায়ী ধরনগণ হয় এবং সহজেই ভাঙিয়া যায়।

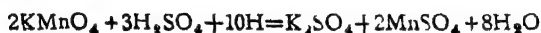
(৫) কোন কোন ধাতব পদার্থ, বিশেষতঃ প্যালাডিয়াম, প্রাটিনাম, আয়রন ইত্যাদি হাইড্রোজেন গ্যাসকে শোষণ করিয়া লইতে পারে। ধাতুগুলি বিচূর্ণ অবস্থায় থাকিলে শোষিত হাইড্রোজেনের পরিমাণ খুব বেশী হয়। ধাতুব এই প্রকার গ্যাস-শোষণ কাযকে ‘অন্তর্গতি’ (occlusion) বলা হয়। বস্তুতঃ এই অন্তর্গতিতে হাইড্রোজেন কঠিন ধাতুতে দ্রবীভূত হইয়া থাকে মাত্র, এবং উহাকে উত্তপ্ত করিলেই ধাতু হইতে পুনর্বায হাইড্রোজেন বাহির হইয়া আসে। প্যালাডিয়ামের এই গুণ সর্বাপেক্ষা অধিক।

(৬) দেখা গিয়াছে, কোন কোন পদার্থ হাইড্রোজেনের সহিত সাধারণভাবে কোন রাসায়নিক ক্রিয়া সম্পন্ন করে না। কিন্তু সেই পদার্থের ভিতরেই যদি হাইড্রোজেন উৎপন্ন করা হয় তবে সত্তোজাত হাইড্রোজেনের সহিত উক্ত পদার্থগুলির রাসায়নিক বিক্রিয়া হয়। সুতরাং উৎপত্তি-ক্রমে অর্থাৎ জন্মস্থান

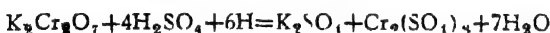
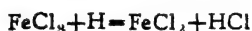


**অবস্থায় (nascent state)** হাইড্রোজেন বিক্রিয়াতে অংশ গ্রহণ করিতে পারে। জায়মান হাইড্রোজেন সাধারণ হাইড্রোজেন অপেক্ষা অধিকতর সক্রিয়।

**পরীক্ষা :** পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের একটি লব্ধ দ্রবণ একটি টেস্ট-টিউবে লইয়া কিপ্পার্স হইতে একটি নলেব সাহায্যে হাইড্রোজেন গ্যাস উহার ভিতরে চালনা কর। দেখিবে বহুক্ষণ রাখিলেও উহার কোন পরিবর্তন হইবে না। অপর একটি টেস্ট-টিউবে সেই লব্ধ দ্রবণেব আর খানিকটা লইয়া উহাতে একটু জিঙ্ক ও লব্ধ সালফিউরিক অ্যাসিড দাও। অ্যাসিড এবং জিঙ্ক হইতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে। এই জায়মান হাইড্রোজেন লাল পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণকে বিজারিত করিয়া বর্ণহীন করিয়া দিবে। শুধু জিঙ্ক অথবা সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত অবশ্য পারম্যাঙ্গানেটের কোন বিক্রিয়া হইতে দেখা যায় না।



পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের পরিবর্তে ফেরিক ক্লোরাইড বা পটাসিয়াম ডাইক্রোমেটের দ্রবণ লইয়াও ঐরূপ পরীক্ষা করা হইতে পারে। ইহাতে প্রমাণিত হয় সাধারণ হাইড্রোজেন অপেক্ষা জায়মান হাইড্রোজেনের সক্রিয়তা অধিকতর।



জায়মান হাইড্রোজেনের সক্রিয়তা কেন অধিক তাহার খুব সম্ভোষজনক উত্তর দেওয়া কঠিন। কেহ কেহ মনে করেন, জায়মান অবস্থায় হাইড্রোজেন গ্যাসের পরমাণুগুলি একক থাকে, অণুতে পরিণত হওয়ার পূর্বেই তাহাবা বাসায়নিক বিক্রিয়া করে। অণু অপেক্ষা পরমাণুব অধিকতর সক্রিয় হওয়ার সম্ভাবনা। আবার কেহ কেহ বলেন যে হাইড্রোজেনেব উৎপত্তিক্ষণে যে বৈদ্যুতিক শক্তি বা তাপশক্তি নির্গত হয় তাহাই এই হাইড্রোজেনকে সক্রিয় করিয়া তোলে এবং বিক্রিয়াতে সাহায্য করে।

**১৫-৫। হাইড্রোজেনের ব্যবহার :** বিভিন্ন বাসায়নিক শিল্পে এবং অসম্ভাব্য প্রয়োজনেই আজকাল হাইড্রোজেনের প্রচুর ব্যবহার হয়।

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, মিথাইল অ্যালকোহল, অ্যামোনিয়া, কৃত্রিম পেট্রোল উৎপাদন শিল্পে ইহার ব্যবহার সর্বাধিক। অক্সিজেনের সহিত ইহাকে জ্বালাইয়া অক্সি-হাইড্রোজেন শিখা তৈয়ারী করা হয়। উহার উষ্ণতা খুব বেশী, এবং খাটু গলানোর কাজে প্রয়োজন।

কৃত্রিম চর্বি জাতীয় পদার্থ উৎপাদন করিতে এবং উডো জাহাজ এবং বেলুনে হহা অনেক সময় ব্যবহার করা হয়।

## শোডশ অধ্যায়

### অক্সিজেন

সংকেত  $O_2$ ।

পরমাণু ক্রমাঙ্ক = ৮।

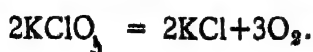
পারমাণবিক গুরুত্ব = ১৬।

স্কেইডেনবাসী শীলে (Scheele), ইংরেজ প্রিস্টলী (Priestley) এবং ফরাসী দেশের লাভয়সিয়র (Lavoisier)—অষ্টাদশ শতাব্দীর এই তিন জন বিখ্যাত বৈজ্ঞানিকের নাম অক্সিজেন আবিষ্কারের ইতিহাসের সহিত জড়িত। প্রায় একই সময়ে তাঁহারা প্রত্যেকে স্বতন্ত্র উপায়ে এই গ্যাসটির সন্ধান পাইয়াছিলেন।

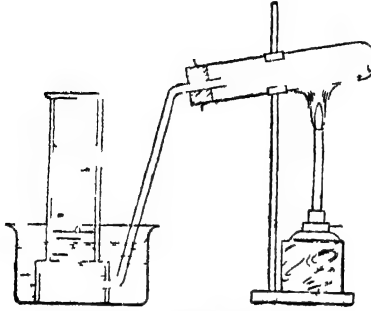
মৌলসমূহের ভিতর পৃথিবীতে অক্সিজেনের প্রাচুর্য সর্বাধিক। পৃথিবীর বস্তু-সমষ্টির প্রায় অর্ধেকই অক্সিজেন। জল, মাটি, বায়ু, বহু খনিজ পদার্থ এবং প্রাণী ও উদ্ভিদ-জগতের বিভিন্ন উপাদানে অক্সিজেন প্রচুর পরিমাণে বর্তমান। বাতাসে মৌলিক অবস্থায় এবং অস্ফাট পদার্থে বৈজ্ঞিক অবস্থায় অক্সিজেন পাওয়া যায়। বায়ুর আয়তনের শতকরা ২০.৯ ভাগ এবং জলের ওজনের শতকরা ৮৮.৮ ভাগ অক্সিজেন।

১৬-১। প্রস্তুতি : সাধাবণত, তিন বকম পদার্থ হইতে অক্সিজেন প্রস্তুত করা যাইতে পারে। (১) অক্সিজেন বহন কংকগুলি বৈজ্ঞিক পদার্থ, (২) জল এবং (৩) বায়ু।

(ক) ল্যাবরেটরী পদ্ধতি : চাব ভাগ বিচূর্ণ পটাসিয়াম ক্লোরেট, এক ভাগ বিচূর্ণ ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইডের সহিত উত্তমরূপে মিশ্রিত করিয়া লও। এক কাচের একটি অপেক্ষাকৃত মোটা টেস্ট টিউবের প্রায় অর্ধেকটা এই মিশ্রণ দ্বারা ভরিয়া লও। টেস্ট-টিউবের মুখে একটি কব আঁটিয়া ঝুড়িতে একটি স্ক্রু নির্গম-নল জুড়িয়া দাও। নির্গম-নলটি বেশ দীঘ এবং নীচের দিকে বাকান হইতে হইবে এবং উহার অপর প্রান্তটি একটি গ্যাস-জোপীতে জলের নীচে রাখিতে হইবে। একটি বন্ধনীয সাহায্যে টেস্ট-টিউবটি এমনভাবে রাখা যাহাতে উহার মুখের দিকটা ঈষৎ অবনমিত অবস্থায় থাকে (চিত্র ১৬ ক)। এখন নলেন দীপ-সাহায্যে টেস্ট-টিউবটিতে তাপ দিলেই আস্তে আস্তে উহার অভ্যন্তরস্থ পটাসিয়াম ক্লোরেটের রাসায়নিক পরিবর্তন শুরু হইবে। পটাসিয়াম ক্লোরেট বিয়োজিত হইয়া পটাসিয়াম ক্লোরাইড এবং অক্সিজেন উৎপন্ন হইবে।



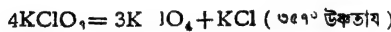
অক্সিজেন গ্যাস নির্গম-নল দিয়া আসিয়া জলেব ভিতর বুদ্ধবুদের আকারে বাহির হইতে থাকিবে। যেখানে বুদ্ধবুদ উঠিবে, সেখানে একটি গ্যাসজার জলপূর্ণ করিয়া উপুড় করিয়া রাখ।



চিত্র ১৬ ক—অক্সিজেন প্রস্তুতি

ধীরে ধীরে অক্সিজেন গ্যাসজারের ভিতর জমিতে থাকিবে এবং জল সরিয়া যাইবে। গ্যাসজারটি যখন অক্সিজেনে সম্পূর্ণ ভর্তি হইয়া যাইবে, একটি ঢাকনি দিয়া উহার মুখ বন্ধ করিয়া বাহিরে লইয়া যাও। এইরূপে কয়েকটি গ্যাসজার অক্সিজেনেপূর্ণ করিয়া লইতে পার।

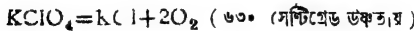
অক্সিজেন তৈয়ারী করার সময় সবদাই পটাসিয়াম ক্লোরেটেব সহিত ম্যান্গানিজ ডাই-অক্সাইড মিশাইয়া দেওয়া হয় কিন্তু বাস্তবিক পক্ষে ম্যান্গানিজ ডাই অক্সাইডের কোন রাসায়নিক পরিবর্তন হয় না। ম্যান্গানিজ ডাই অক্সাইড না দিয়া কেবলমাত্র পটাসিয়াম ক্লোরেট উত্তপ্ত করিলেও অক্সিজেন পাওয়া যাইতে পারে। তাপ-প্রয়োগ করিলে পটাসিয়াম ক্লোরেট প্রথমে  $৩৫৭^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় গলিয়া যায় এবং ধীরে ধীরে পটাসিয়াম পারক্লোরেট ও পটাসিয়াম ক্লোরাইডে পরিবর্তিত হইতে থাকে।



পটাসিয়াম পারক্লোরেট

আনও তাপবৃদ্ধি করিয়া  $৩৮০^{\circ}$  উষ্ণতায় পৌঁছিলে পটাসিয়াম ক্লোরেট হইতে অল্প অল্প অক্সিজেন বাহির হতে থাকে।  $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$  ( $৩৮০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায়)

কিন্তু এই সময় ক্লোরেট দ্রুত পারক্লোরেটে পরিবর্তিত হইয়া যাইতে থাকে এবং অক্সিজেন উৎপাদন বন্ধ হইয়া যায়। আরও অনেক বেশী উত্তপ্ত করিলে  $৬১০^{\circ}$  উষ্ণতায় পটাসিয়াম পারক্লোরেট গলিয়া যায় এবং  $৬৩০^{\circ}$  ডিগ্রীতে পারক্লোরেট হইতে তাবার অক্সিজেন বাহির হতে থাকে।

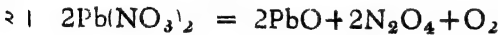


অর্থাৎ শুধু পটাসিয়াম ক্লোরেট হইতে অক্সিজেন পাওয়া হইলে  $৬৩০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত উত্তপ্ত করা প্রয়োজন। কিন্তু পটাসিয়াম ক্লোরেটের সঙ্গে ম্যান্গানিজ ডাই অক্সাইড মিশাইয়া দিলে অনেক কম উষ্ণতায় ( $২৪০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড) অক্সিজেন উৎপন্ন হয় এবং ক্লোরেটের বিয়োজনটিও অনেক দ্রুতগতিতে সম্পন্ন হয়। অথচ ম্যান্গানিজ ডাই-অক্সাইডের কোন রাসায়নিক পরিবর্তন হয় না। একমাত্র উহার উপস্থিতিতেই পটাসিয়াম ক্লোরেটের বিশ্লেষণ অতি সহজে সম্পাদিত হয়। ম্যান্গানিজ ডাই-অক্সাইডের ওজনেরও কোন হ্রাসবৃদ্ধি হয় না। ম্যান্গানিজ ডাই-অক্সাইডের বদলে অক্সালিক কোন

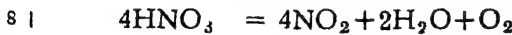
কোন পদার্থ যেমন কপার অক্সাইড, ফেরিক অক্সাইড প্রভৃতি ব্যবহার করিয়াও ক্লোরোটের বিয়োজন ত্বরান্বিত করা যাইতে পারে। এই সকল বিভিন্ন পদার্থ, শুধু যাহাদের উপস্থিতি দ্বারা কোন বাসায়নিক বিক্রিয়ার গতিবেগ হ্রাস বা বৃদ্ধি করা সম্ভব অথচ যাহাদের নিজেদের কোন রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে না সেই পদার্থগুলিকে ‘প্রভাবক’ (catalyst) বলা হয়। এ বিষয়ে আমবা পবে আলোচনা করিব।

অক্সিজেন উৎপন্ন হওয়ার পর যে ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইডের কোন পরিবর্তন হয় না তাহা একটি সহজ পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করা যাইতে পারে। উত্তপ্ত কবিতা যথাসম্ভব অক্সিজেন প্রথমে বাহির করিয়া লওয়া হয়। পরে টেস্ট-টিউবটি ঠাণ্ডা হইলে উহাতে জল দিয়া সমস্ত কঠিন পদার্থটুকু একটি বীকারে স্থানান্তরিত করা হয়। বীকারটি গরম করিয়া উহার জল ফুটাইয়া লইলে পটাসিয়াম রোরাইড দ্রবীভূত হইয়া যায় কিন্তু ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড দ্রবীভূত হয় না। কিস্টার কাগজে ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড ছাঁকিয়া উহাকে শুষ্ক কবিতা লওয়া হয়। ওজন করিলে দেখা যাইবে ষটুকু ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড দেওয়া হইয়াছিল তাহাই রতিয়াছে এবং উহার রাসায়নিক ধর্মরও কোন পরিবর্তন হয় নাই।

(খ) পটাসিয়াম ক্লোরেটেব মত আরও অন্যান্য অনেক অক্সিজেন-বহুল পদার্থ উত্তপ্ত কবিতা অক্সিজেন পাওয়া যাইতে পারে। নিম্নে এইরূপ কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হইল :—



এমন কি, গাঢ় নাইট্রিক অথবা সালফিউরিক অ্যাসিডও যদি ফোঁটা ফোঁটা করিয়া লোহিত-তপ্ত বামাপাথরের উপর ফেলা হয় তবে উহাদের অণুগুলি জাড়িয়া অক্সিজেন উৎপন্ন হয় :—



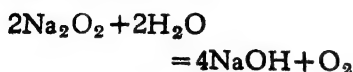
(গ) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড এবং বিভিন্ন ধাতব পার-অক্সাইড হইতে খুব সহজে অক্সিজেন প্রস্তুত করা সম্ভব।

সাধাবণতঃ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড স্বতঃভঙ্গু। উহা নিজ হইতেই বিশ্লেষিত হইয়া জল ও অক্সিজেনে রূপান্তরিত হইয়া যায়। উত্তাপ অথবা বিচূর্ণ প্লাটিনাম, গোস্ট, বালু ইত্যাদির উপস্থিতিতে ইহা আরও দ্রুতগতিতে অক্সিজেন দেয়।

$$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$$

**পরীক্ষা :** একটি শঙ্কু-কুপীতে খানিকটা শুক সোডিয়াম পার-অক্সাইড লও। উহার

মুখটি একটি কর্ক দ্বারা বন্ধ করিয়া তাহাতে একটি বিনুপাতী কানেল ও একটি নির্গম-নল আঁটরা দাও। কানেল হইতে কোঁটা কোঁটা জল ভিতরে দিতে থাক। জল সোডিয়াম পার-অক্সাইডের সংশ্লেষে আসিবামাত্র পার-অক্সাইড হইতে অক্সিজেন উৎপন্ন হইয়া নির্গম-নল দিয়া বাহির হইতে থাকিবে।



(৬) কোন কোন শুষ্ক ধাতুর

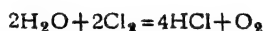
অক্সাইড তাপের সাহায্যে ভাঙিয়া

গিয়া অক্সিজেন উৎপন্ন করে। যেমন,



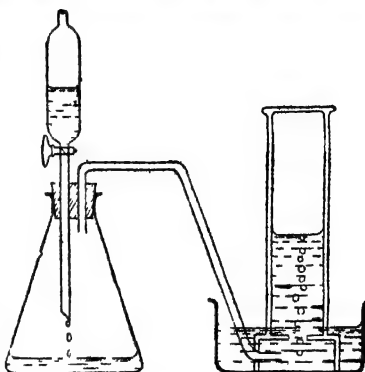
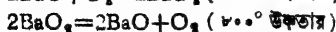
(৬) **জল হইতে :** জলের তাড়িত-বিশ্লেষণ দ্বারা অক্সিজেন পাওয়া বাইতে পারে। এ বিষয়ে পূর্ববর্তী অধ্যায়ে আলোচনা করা হইয়াছে।

ক্লোরিন গ্যাসের সাহায্যে জলীয় বাষ্প হইতে হাইড্রোজেন বিচ্ছিন্ন করিয়া লইয়া অক্সিজেন পাওয়া বাইতে পারে। জলীয় বাষ্প এবং উহাব সমায়তন ক্লোরিন গ্যাস মিশ্রিত করিয়া একটি স্বামাপাথর-পূর্ণ পসেলীনের নলের ভিতর দিয়া চালনা করা হয়। পসেলীনের নলটি খুব উত্তপ্ত করিলে উহার অভ্যন্তরস্থ বাষ্প ও ক্লোরিনের ভিতর রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন হয় এবং অক্সিজেন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



(৭) **বায়ু হইতে :** বাতাস প্রধানতঃ নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন এই দুইটি মৌলিক গ্যাসের সাধারণ মিশ্রণ। বায়ু হইতে দুইটি উপায়ে অক্সিজেন পাওয়া যাইতে পারে।

১। বেরিয়াম মনোক্সাইড উত্তপ্ত করিলে প্রায় ৫০° সেন্টি উষ্ণতায় উহা বায়ু হইতে অক্সিজেন টানিয়া লয় এবং বেরিয়াম পার-অক্সাইড যৌগিক পদার্থে পরিণত হইয়া যায়। যদি উষ্ণতা আরও বৃদ্ধি করা যায়, তাহা হইলে প্রায় ৮০° সেন্টিগ্রেডে বেরিয়াম পার-অক্সাইড বিশ্লেষিত হইয়া অক্সিজেন ও পুনরায় বেরিয়াম মনোক্সাইডে ফিরিয়া আসে। এইরূপে বাতাসের অক্সিজেন পরোক্ষভাবে অজান্তে উপাদান হইতে পৃথক করিয়া সঞ্চয় করা যাইতে পারে। অক্সিজেন প্রস্তুত করার এই উপায়টি 'ব্রীন প্রণালী' নামে খ্যাত।



চিত্র ১৬৬—সোডিয়াম পার-অক্সাইড হইতে অক্সিজেন প্রস্তুতি

বস্তুতঃ উক্ততার পরিবর্তন না করিয়া,  $৭০০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উক্ততার মাথিরা চাপের হ্রাস-বৃদ্ধি করিয়া উক্ত বিক্রিয়া দুইটি আরও সহজে সম্পন্ন করা যাইতে পারে।

২। তরল বাতাসের আংশিক পাতনের সাহায্যেও বায়ু হইতে অক্সিজেন পাওয়া যায়। বাতাস হইতে প্রথমে উহার কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প দূরীভূত করা হয়। তারপর অতিরিক্ত চাপে উহাকে ক্রমাগত শীতল করা হয়। উক্ততা কমান্বয়ের জন্ত বাহ্যিক উপায় ছাড়াও, তাৎ অতিরিক্ত চাপ হইতে সরু নলের ভিতর দিয়া বাতাসকে অল্প চাপে প্রসারিত করা হয়। ইহাতেও বাতাসের উক্ততা খুব কমিয়া যায় (জুল-টমসন প্রক্রিয়া)। এইভাবে যখন উক্ততা  $-১২০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেডের নীচে পৌছায়, তখন বায়ু ক্রমশঃ তরল হইতে থাকে। তরল বায়ুতেও অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন মিশ্রিত থাকে। নাইট্রোজেনের স্ফুটনাঙ্ক  $-১৯৫^{\circ}$  সেন্টি এবং অক্সিজেনের স্ফুটনাঙ্ক  $-১৮১^{\circ}$  সেন্টি। অতএব নাইট্রোজেন অক্সিজেন অপেক্ষা অধিকতর উভারী। সুতরাং তরল বাতাসকে আংশিকভাবে পাতিত করিলে প্রথমে নাইট্রোজেন গ্যাস হইয়া চলিয়া যাইবে এবং পাতনবস্ত্রে অক্সিজেনের অনুপাত বৃদ্ধি পাইবে। এইভাবে প্রায় নাইট্রোজেন-মুক্ত অক্সিজেন পাওয়া যায়। কোন শিল্পে অতিরিক্ত পৰিমাণ অক্সিজেন প্রয়োজন হইলে সচরাচর এইরূপেই তৈয়ারী করা হয়। যেখানে তড়িৎ-শক্তি সহজে ও কম খরচে পাওয়া যায় সেখানে অবশ্য কাৰ্যীয় পদার্থের দ্রবণের তড়িৎ বিশেষণে অক্সিজেন প্রস্তুত হয়।

১৬-২। অক্সিজেনের ধর্মঃ (১) অক্সিজেন একটি স্বচ্ছ, বর্ণহীন, গন্ধহীন গ্যাস। বাতাসের চেয়ে ইহা দ্বিগুণ ভারী; প্রতি লিটারের ওজন = ১.৪২২ গ্রাম। জলে ইহা দ্রাব্যতা অধিক নয়। ০° সেন্টি উষ্ণতায় জলে ইহার দ্রাব্যতা আয়তন হিসাবে শতকরা মাত্র তিন ভাগ। স্বল্প হইলেও এই দ্রবীভূত অক্সিজেনের বিশেষ প্রয়োজনীয়তা আছে। মাছ এবং বহুবিধ জলচর প্রাণী ফুস্কার সাহায্যে এই দ্রবীভূত অক্সিজেন দ্বারা তাহাদের শ্বাসকার্য সম্পন্ন করে। নতুবা অধিকাংশ জলচর প্রাণীর অস্তিত্ব থাকিত না।

(২) অক্সিজেনের রাসায়নিক সক্রিয়তা সমৃদ্ধিক। কাঠ, কেরোসিন, মোম, ম্যাগনেসিয়াম প্রভৃতি বাতাসে আগুন ধরাইয়া দিলে উহা বা জলিয়া ওঠে এবং পুড়িতে থাকে। পুড়িবার সময় উত্তাপ ও অগ্নাধিক আলোর সৃষ্টি হয়। এই প্রজ্বলনের সময় প্রকৃতপক্ষে বায়ু অক্সিজেনের সহিত ঐ সকল পদার্থের রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হয়। জলন্ত মোমবাতির উপর যদি একটি গ্লাস চাপা দাও অথবা হারিকেন লণ্ঠনের নীচে বায়ু-প্রবেশের পথ বন্ধ করিয়া দাও তবে মোম বা লণ্ঠনের বাতি আর জলিবে না।

যে সকল রাসায়নিক বিক্রিয়াতে তাপ ও আলোক উৎপন্ন হয় সেই সমস্ত

ক্রিয়াকে 'দহন' বলা হয়। বাস্তবিক পক্ষে, বায়ু ব্যতিরেকেও দহন হইতে পারে, যেমন সোডিয়াম ও ক্লোরিন গ্যাস মিলিত হইয়া সোডিয়াম ক্লোরাইড হওয়ার সময় তাপ ও আলোর সৃষ্টি হয়। ইহাও একটি দহন-ক্রিয়া। তবে অধিকাংশ ক্ষেত্রেই দেখা যায় দহন-ক্রিয়াতে দাহ বস্তুটির সহিত অক্সিজেনের মিলন হয়।

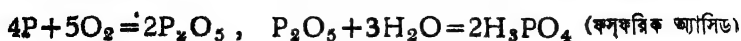
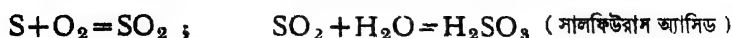
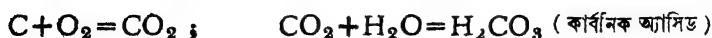
(৩) অক্সিজেন নিজে দাহ পদার্থ নহে, কিন্তু অপরের দহন-ক্রিয়ায় সহায়তা করে। যে সমস্ত বস্তু বাতাসে পোড়ে, উহারা অক্সিজেন গ্যাসে আরও দ্রুত এবং অধিকতর উজ্জ্বলতার সহিত পুড়িয়া থাকে।

**পরীক্ষা :** একটি পাটকাঠির মাথায় আস্তন ধরাহরা লও, উহা জ্বলিতে থাকিবে। যু দিয়া উহার শিখাটি নিভাইয়া দাও। আলোর শিখা না থাকিলেও কাঠির অগ্রভাগ তখনও লাল হইয়া আস্তে আস্তে পুড়িতে থাকিবে। এরূপ জ্বলন্ত কাঠিটি একটি অক্সিজেন পূর্ণ গ্যাসজারেব ভিতর প্রবেশ করাইয়া দাও। দেখিবে, কাঠিটি এখন উজ্জ্বল শিখাসহ জ্বলিতেছে। অক্সিজেন নিজে কিন্তু জ্বলিবে না, অপরের প্রজ্বলন ক্রিয়ায় উহা সাহায্য করিবে।

(৪) অক্সিজেন সোজাসুজি বহু ধাতব এবং অধাতব মৌলিক পদার্থেব সহিত যুক্ত হইতে পারে। অনেক ক্ষেত্রেই এই সংযোগেব বালে তাপ ও আলোর উৎপত্তি হয়। স্ততবাং, এই সকল রাসায়নিক ক্রিয়া প্রায়ই দহন বলিয়া মনে করা যায়। কোন মৌলিক পদার্থ ও অক্সিজেনেব সহযোগে যে যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহাকে অক্সাইড বলে।

**পরীক্ষা :** এক টুকরা কাঠ কয়লা (কার্বন) উজ্জ্বল-চামচে লইয়া বুনসেন দীপে উত্তপ্ত কর। যখন উহা লাল হইয়া উঠিবে, উহাকে চামচ-সহ একটি অক্সিজেন-পূর্ণ গ্যাসজাবে প্রবেশ করাইয়া দাও। দেখিবে কয়লাটি উজ্জ্বল আলোর সহিত জ্বলিতেছে। দহনের ফলে উৎপন্ন গ্যাসটি কার্বন ডাই-অক্সাইড।

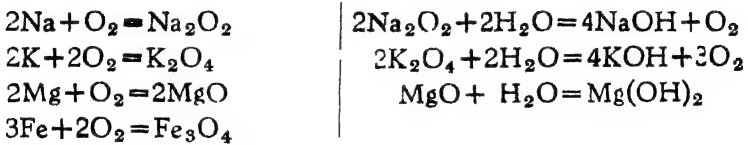
কার্বনের পরিবর্তে সালফার, ফসফরাস প্রভৃতিব টুকরা যদি উজ্জ্বলন-চামচ উত্তপ্ত করিয়া অক্সিজেন-পূর্ণ গ্যাসজাবে দেওয়া যায়, উহাবাও প্রদীপ্ত শিখাব সহিত জ্বলিতে থাকিবে। এহ সকল অধাতব অক্সাইড অম্লজাতীয় এবং উহারা জলের সহিত মিলিয়া বিভিন্ন অ্যাসিডের সৃষ্টি করে। উহা নীল লিটমাসবে লাল করিয়া দেয়।



**পরীক্ষা :** উজ্জল-চামচে এক টুকরা সোডিয়াম লও। বুনসেন দীপের উপর চামচটি একটু উত্তপ্ত করিলেই সোডিয়াম গলিয়া যাইবে। তখন উহাকে একটি অক্সিজেন-পূর্ণ গ্যাসজারে প্রবেশ করাইয়া দাও। দেখিবে হৃদয় রঙের আলোর সহিত উহা জ্বলিতেছে। সোডিয়ামের পরিবর্তে পটাসিয়াম লইয়া এই পরীক্ষা করিতে পার। পটাসিয়াম দহন হওয়াব সময় বেগুনী রঙের আলো বিকিরণ করিবে।

একটি জ্বলন্ত ম্যাগনেসিয়ামের তার যদি অক্সিজেনের গ্যাসজারে দেওয়া যায়, তাহা হইলে উহা একটি প্রথমে আলোক-রশ্মির সৃষ্টি করিবে এবং অতি দ্রুত উহা পুড়িয়া যাইবে।

প্রত্যেকটি ধাতুর দহনের ফলেই কিছু ভস্ম পাওয়া যাইবে। এইগুলি ধাতুর অক্সাইড। ধাতব অক্সাইডগুলি সাধারণতঃ ক্ষার-জাতীয়। এই সকল অক্সাইডের দ্রবণ লাল লিটমাসকে নীল করিয়া দেয়।



অত্যন্ত মৌলিক পদার্থের মত কপার, সিলভার প্রভৃতি ধাতু যদি অক্সিজেন গ্যাসে রাখিয়া বা অক্সিজেন প্রবাহের ভিতর উত্তপ্ত করা হয়, তাহা হইলে এই সকল ধাতু আস্তে আস্তে উহাদের অক্সাইডে পরিণত হয় বটে, কিন্তু কোন আলো বা শিখার উৎপত্তি হয় না। অক্সিজেন সংযোগ হইলেও ইহাকে দহন-ক্রিয়া মনে করা যায় না।



প্লাটিনাম জাতীয় কয়েকটি অভিজাত ধাতু, আরগন প্রভৃতি পাঁচটি বিরল গ্যাস, ক্লোরিন, ব্রোমিন ইত্যাদি চারিটি হ্যালোজেন—এই কয়টি মৌল সাধারণভাবে অক্সিজেনের সহিত যৌগ সৃষ্টি করিতে পারে না।

(৫) অনেক যৌগিক পদার্থের সহিতও অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়া রাসায়নিক ক্রিয়া সংশ্লিষ্ট করে। যেমন,  $2\text{NO} + \text{O}_2 = \text{N}_2\text{O}_4$

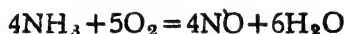
স্বচ্ছ, বর্ণহীন নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাসের সঙ্গে অক্সিজেন সংস্পর্শে আসামাত্র উহা লাল রং-এর নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড গ্যাসে পরিণত হয়। অক্সিজেনের অক্সি প্রমাণ করার জন্য অনেক সময় এই ক্রিয়ার সহায়তা লওয়া হয়।



সালফিউরাস অ্যাসিড, অথবা ফেরাস, স্ট্যানাস, ম্যাঙ্গানাস প্রভৃতি লবণের দ্রবণ অক্সিজেনের সহিত সাধারণ উষ্ণতায় রাসায়নিক বিক্রিয়া করে।



বিভিন্ন প্রভাবকের উপস্থিতিতে অক্সিজেনের সক্রিয়তা বিশেষ বৃদ্ধি পায় এবং নানা বিক্রিয়ার সংঘটন করিয়া থাকে। প্লাটিনামের সাহায্যে সালফার ডাই-অক্সাইড ট্রাই-অক্সাইডে এবং অ্যামোনিয়া নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়।



(৬) পটাসিয়াম পাইরোগেলেটের ক্ষারীয় দ্রবণ অথবা অ্যামোনিয়া-যুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইডের ক্ষারীয় দ্রবণ অক্সিজেন গ্যাসকে দ্রুত শোষণ করিয়া লয়। অক্সিজেন প্রকৃতপক্ষে ইহাদের সহিত রাসায়নিক বিক্রিয়া করে, কেবল দ্রবীভূত হইয়া থাকে না।

### ১৬-৩। অক্সিজেনের ব্যবহার :

(১) হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের মিশ্রণ একটি সৰু নলের মুখে জ্বালাইয়া দিলে প্রায় বর্ণহীন একটি অত্যন্ত উত্তপ্ত শিখাব সৃষ্টি হয়। ইহাকে অক্সি-হাইড্রোজেন শিখা বলে। বিভিন্ন ধাতু বা কঠিন পদার্থ গলাইবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়। অ্যাসিটিলিন গ্যাসের সহিত অক্সিজেন মিশ্রিত হওয়াও ব্রহ্মপ শিখা করা যাইতে পারে। ধাতু ব পাত প্রভৃতি জুড়িতে এই সকল শিখাব বহুল ব্যবহার আছে।

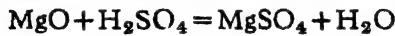
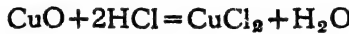
(২) সালফিউরিক অ্যাসিড এবং নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে প্রচুর অক্সিজেন প্রয়োজন হয়।

(৩) প্রাণীমাত্রেরই জীবনধারণের জন্য প্রতিনিয়ত বাতাসের প্রয়োজন হয়। প্রাণীদের সহিত এই বাতাস প্রাণিদেহে প্রবেশ করে। বাতাসের অক্সিজেন দেহাভ্যন্তরে প্রেরিত রক্তদ্রব্যের সহিত রাসায়নিক ক্রিয়া করে এবং উর্হাদিগকে জীবিত করিয়া দেয়। এই ক্রিয়াব ফলে দেহের ভিতরে কার্বন ডাই-অক্সাইড, জলীয়-বাষ্প ও তাপের সৃষ্টি হয়। এইভাবে আমাদের জীবন-রক্ষা হয়। অতএব প্রাণি-জগতের অস্তিত্বের মূলে আছে অক্সিজেন। ইহাই অক্সিজেনের শ্রেষ্ঠ ব্যবহার। জলের নীচে ডুবুরীদের, উড়োজাহাজের চালকের, রোগীরা হাসপাতালের সময় হাস্যকার্য পরিচালনার জন্য কৃত্রিম উপায়ে অক্সিজেন সরবরাহ করা হয়।

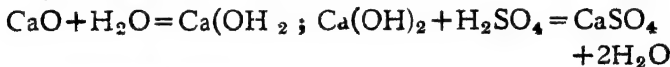
১৬-৪। “অক্সাইড”—কোন মৌলিক পদার্থের সহিত অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়া যে যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি করে তাহাকেই ‘অক্সাইড’ বলা হয়।

অতএব অক্সাইড অক্সিজেনের দ্বি-যৌগিক পদার্থ বলা যাইতে পারে। অক্সাইডসমূহকে উহাদের ধর্ম ও ব্যবহার অনুযায়ী বিভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে।

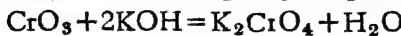
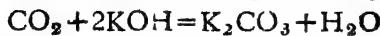
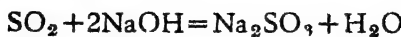
(১) **ক্ষারকীয় অক্সাইড ( Basic oxide )** : যে সকল অক্সাইড অ্যাসিডের সহিত সতত ক্রিয়াশীল হয় এবং তাহার ফলে লবণ ও জল উৎপন্ন করে, তাহাদিগকে ক্ষারকীয় অক্সাইড বলে। সচরাচর ধাতব অক্সাইডসমূহ ক্ষারকীয় অক্সাইড হইয়া থাকে। কপার অক্সাইড, ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড, ইত্যাদি ক্ষারকীয় অক্সাইড।



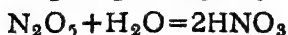
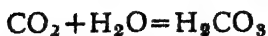
সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম প্রভৃতি ধাতুর অক্সাইড জলে দ্রব হয় এবং জলের সহিত মিলিয়া উহা বা ক্ষার প্রস্তুত করে। ক্ষারগুলিও অ্যাসিডের সহিত ক্রিয়ার ফলে লবণ ও জল উৎপন্ন করে। এই সমস্ত দ্রবণ লাল লিটমাসকে নীল রঙে পরিবর্তিত করে। যেমন,—



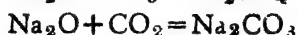
(২) **আম্লিক অক্সাইড (Acidic oxide)** : যে সকল অক্সাইড ক্ষার-জাতীয় পদার্থের সহিত সতত ক্রিয়াশীল হয় এবং উহার ফলে লবণ ও জলে পরিণত হয় তাহাদিগকে আম্লিক অক্সাইড বলে। সচরাচর অধাতব অক্সাইডসমূহ আম্লিক অক্সাইড হয়। যেমন, কার্বন ডাই-অক্সাইড, সালফার ডাই-অক্সাইড, নাইট্রোজেন পেন্টোক্সাইড ইত্যাদি আম্লিক অক্সাইড। অতিবিক্ত অক্সিজেন-সমৃদ্ধ কোন কোন ধাতব অক্সাইডও অম্লজাতীয়, যেমন,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  ইত্যাদি



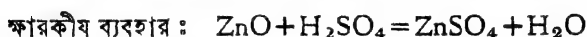
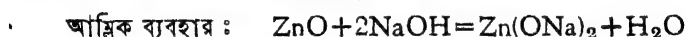
আম্লিক অক্সাইডগুলি জলে দ্রবীভূত হইয়া অ্যাসিডের সৃষ্টি কবে এবং অ্যাসিড মাত্রেরই নীল লিটমাসকে লাল লিটমাসে পরিবর্তন করার ক্ষমতা আছে।



আম্লিক ও ক্ষারকীয় অক্সাইড স্পষ্টতঃই পবস্পরের বিরোধী। কখন কখনও এই দুই জাতীয় অক্সাইড যুক্ত হইয়া লবণ উৎপন্ন করে। যেমন,

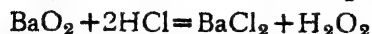
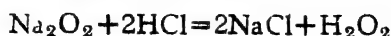


(৩) উভধর্মী অক্সাইড (Amphoteric oxide) : কোন কোন অক্সাইডের মধ্যে ক্ষারকীয় এবং আম্লিক উভয় অক্সাইডেরই ধর্ম বিद्यমান থাকে। উহার অ্যাসিড এবং ক্ষারক উভয়ের সঙ্গেই বিক্রিয়া করে এবং উভয় ক্ষেত্রেই লবণ ও জল উৎপন্ন কবে। এই কাবণে উহাদিগকে উভধর্মী অক্সাইড বলা হয়। যেমন, জিঙ্ক অক্সাইড, অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড প্রভৃতি।



(৪) প্রশম অক্সাইড (Neutral oxide) : যে সমস্ত অক্সাইড অ্যাসিড না ক্ষারক কাহাবও সহিত বিক্রিয়া করে না এবং জলে দ্রবীভূত অবস্থাতেও লিটমাসে বর্ণের কোন পরিবর্তন কবে না, তাহাদিগকে প্রশম অক্সাইড বলা যাইতে পারে। জল, নাইট্রাস অক্সাইড, নাইট্রিক অক্সাইড ইত্যাদি প্রশম অক্সাইড শ্রেণীভুক্ত।

(৫) পার-অক্সাইড (Peroxide) : হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক অক্সাইড জল ( $\text{H}_2\text{O}$ ), কিন্তু অতিবিস্তৃত পরিমাণ অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া হাইড্রোজেন আরও একটি অক্সাইড উৎপন্ন করে। উহাকে বলে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড, সঙ্কেত  $\text{H}_2\text{O}_2$ । কোন কোন ধাতব অক্সাইডেও অতিরিক্ত পরিমাণ অক্সিজেন সংযুক্ত আছে দেখা যায় এবং উহারা অ্যাসিডের সংস্পর্শে আসিলে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন কবে। ঐ সকল অক্সাইডকে পার-অক্সাইড বলা হয়, যেমন,



অতিরিক্ত পরিমাণ অক্সিজেন সরিবিষ্ট হইলেই যে উহা পার-অক্সাইড হইবে, এমন কোন নিশ্চয়তা নাই।  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{PbO}_2$  প্রভৃতিতে উহাদের

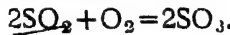
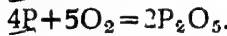
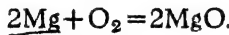
সাধারণ ক্ষারকীয় অক্সাইড হইতে বেশী পরিমাণ অক্সিজেন আছে, কিন্তু উহারা অ্যাসিডের সহিত ক্রিয়ার ফলে  $H_2O_2$  দিতে পারে না। ইহাদিগকে উচ্চতর অক্সাইড বা পলি-অক্সাইড বলা হয়।

(৬) মুগ্ধ-অক্সাইড—কোন কোন অক্সাইডের সঙ্কেত এই রকম যে উহাদিগকে দুইটি বিভিন্ন অক্সাইডের মিশ্রণ মনে করা যাইতে পারে। যেমন,  $Fe_3O_4$  ( $Fe_2O_3$ ,  $FeO$ ), অথবা  $Mn_3O_4$  ( $2MnO$ ,  $MnO_2$ ) ইত্যাদি।

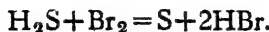


### ১৬-৩। জারণ ও বিজারণ ক্রিয়া (Oxidation and Reduction)

জারণ-ক্রিয়া : কোন পদার্থের জারণ বলিতে সাধারণতঃ উহার সহিত অক্সিজেনের সংযোগ বুঝায়। যে পদার্থের সহিত অক্সিজেন যুক্ত হয়, তাহা জারিত হইয়াছে বলা হয়। ম্যাগনেসিয়াম বা ফসফরাস দহনকালে অক্সিজেনের সহিত সংযোগ ঘটে। অর্থাৎ উহারা জারিত হইয়া উহাদের অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়। সেইরূপ সালফার ডাই-অক্সাইডের জারণের ফলে সালফার ট্রাই-অক্সাইড পাওয়া যায়।



অক্সিজেন সংযোগ না হইয়া যদি কোন বিক্রিয়ার ফলে কোন পদার্থ হইতে হাইড্রোজেন দূরীকৃত হয়, তাহাও জারণ-ক্রিয়া বলিয়া পরিগণিত হয়। কোন যৌগ হইতে হাইড্রোজেন সরাইয়া লওয়াও সেই পদার্থের জারণ বলিয়া ধরা হয়। হাইড্রোজেন সালফাইডের ( $H_2S$ ) সহিত ব্রোমিনের ক্রিয়ার ফলে উহা হাইড্রোজেন চলিয়া যায় এবং সালফার পাওয়া যায়। এখানে হাইড্রোজেন সালফাইড জারিত হইয়া সালফার দিতেছে।



ইহাও  $HBr$ -এর জারণ।

এই দুই প্রকার বিক্রিয়া ব্যতীতও জারণ শব্দটি আরও ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। আমরা জানি, অক্সিজেন অপরাবিদ্যুৎবাহী মৌল। অক্সিজেনের পরিবর্তে

যদি অল্প কোন অপরাবিদ্যুৎবাহী মৌল কোন পদার্থে যুক্ত হয় তাহা হইলে সেই বিক্রিয়াটিও জারণ বলিয়া গণ্য হইবে।)



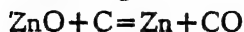
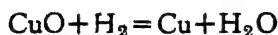
এই সমস্ত ক্ষেত্রে অপরাবিদ্যুৎবাহী ক্লোরিন যুক্ত হইয়াছে। অতএব ফেরাস ক্লোরাইড জারিত হইয়া ফেরিক ক্লোরাইডে পরিণত হইয়াছে। একথাও বলা যুক্তিসঙ্গত যে (ফেরাস ক্লোরাইডের অপরাবিদ্যুৎবাহী ক্লোরিনের অংশের অহুপাত জারণের ফলে বৃদ্ধি পাইয়াছে।)



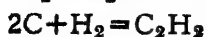
অ্যাসিডের বর্তমানে ফেরাস সালফেট দ্রবণ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড-এর সংস্পর্শে আসিলে ফেরিক সালফেট পাওয়া যায়। ইহা বস্তুতঃ ফেরাস সালফেটের জারণ। জারিত পদার্থ ফেরিক সালফেট। কেন না, ফেরাস সালফেটের অপরাবিদ্যুৎবাহী  $\text{SO}_4$ -এর অহুপাত এই বিক্রিয়ার ফলে বৃদ্ধি পাইয়াছে।

(অতএব, কোন পদার্থে অক্সিজেন সংযোগ, অথবা কোন পদার্থ হইতে হাইড্রোজেন দূরীকরণ, অথবা কোন পদার্থের অপরাবিদ্যুৎবাহী অংশের অহুপাত বৃদ্ধি—এজাতীয় যে কোন প্রকারের রাসায়নিক সংঘটনকে জারণ বলা হয়।)

**বিজারণঃ** বিজারণ-ক্রিয়া জারণের সম্পূর্ণ বিপরীত। মোটামুটি কোন পদার্থ হইতে অক্সিজেন সরাইয়া লইলে উহা বিজারিত হইয়াছে বলা হয়। হাইড্রোজেন গ্যাসে কপার অক্সাইড উদ্ভূত করিলে কপার ধাতু পাওয়া যায়, অক্সিজেন হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল উৎপন্ন করে। অর্থাৎ কপার অক্সাইডের অক্সিজেন দূরীকৃত হয়। ইহাই বিজারণ-ক্রিয়া।



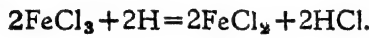
আবার, যদি কোন পদার্থে হাইড্রোজেন যুক্ত হয়, তাহা হইলেও উহা বিজারিত হইয়া থাকে।



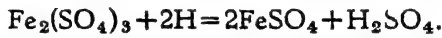
## অক্সিজেন

ক্লোরিনের সহিত হাইড্রোজেনের সংযোগ হইয়াছে, ক্লোরিনের বিজারণের ফলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইয়াছে।

‘জারণের’ মত ‘বিজারণ-ক্রিয়া’ আরও ব্যাপক অর্থে ব্যবহৃত হয়। কোন পদার্থের অপরাবিভ্যাবাহী অংশের অন্তর্গত বিক্রিয়ার ফলে যদি হ্রাস পায়, তাহা হইলে সেইরূপ বিক্রিয়াকে বিজারণ-ক্রিয়া বলা হয়। ফেরিক ক্লোরাইডের ক্লোরিনের অংশ জায়মান হাইড্রোজেনের সাহায্যে কমিয়া যায়। উহা ফেরাস ক্লোরাইডে পরিণত হয়।



ফেরিক ক্লোরাইড বিজারিত হইয়াছে। সেইরূপ জায়মান হাইড্রোজেনের সাহায্যে ফেরিক সালফেটকেও বিজারিত করিয়া ফেরাস সালফেট পাওয়া যায়।



এখানেও অপরাবিভ্যাবাহী  $\text{SO}_4$  এর অন্তর্গত বিজারণের ফলে কমিয়াছে। অথবা,  $\text{HgCl}_2 + \text{H}_2 = \text{Hg}_2\text{Cl}_2$

এই বিক্রিয়াতে মারকিউরিক ক্লোরাইড মারকিউরাস ক্লোরাইড হওয়াতে অপরাবিভ্যাবাহী  $\text{Cl}_2$  এর অন্তর্গত কমিয়াছে। সুতরাং হহা  $\text{HgCl}_2$  এর বিজাবণ।

অতএব, কোন পদার্থে হাইড্রোজেন সংযোগ, অথবা কোন পদার্থ হইতে অক্সিজেন দূরীকরণ, অথবা কোন পদার্থের অপরাবিভ্যাবাহী অংশের অন্তর্গত হ্রাস—এই জাতীয় যে কোন প্রকারেব রাসায়নিক সংঘটনকে বিজারণ বলা হয়।

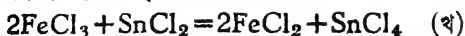
**জারক ও বিজারক দ্রব্য :** যে সকল পদার্থের সাহায্যে কোন বস্তুর জারণ-কার্য সম্পাদিত হয় উহাদিগকে ‘জারক দ্রব্য’ এবং যে সকল পদার্থের সাহায্যে বিজারণ-ক্রিয়া সম্পন্ন করা যায় তাহাদিগকে ‘বিজারক দ্রব্য’ বলে।

হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড কালো লেড সালফাইডকে অক্সিজেন সংযোগে জারিত করিয়া সাদা লেড সালফেটে পরিণত করে। হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড এই স্থলে জারক-দ্রব্য।



আবার, স্ট্যানাস ক্লোরাইড ফেরিক ক্লোরাইডের অপরাবিভ্যাবাহী

ক্লোরিনের অংশ কমাইয়া উহাকে বিজারিত করিয়া ফেরাস ক্লোরাইডে পরিণত করে। স্ট্যানাস ক্লোরাইড বিজাবক দ্রব্য।



একটু অন্তর্ধান কবিলেই দেখা যাইবে, এই বিক্রিয়াগুলিতে প্রত্যেকটি জারণ-ক্রিয়া সহিত একটি বিজাবণ-ক্রিয়াও সংশ্লিষ্ট আছে। ‘ক’ চিহ্নিত সমীকরণে PbSএ অক্সিজেন যুক্ত হইয়াছে। উহার জারণ হইয়াছে। সঙ্গে সঙ্গে  $\text{H}_2\text{O}_2$  হইতে আংশিক অক্সিজেন দূরীভূত হইয়া জল উৎপন্ন হইয়াছে। অতএব অক্সিজেন দূরীকরণ দ্বারা  $\text{H}_2\text{O}_2$ এর বিজারণ সম্পন্ন হইয়াছে এবং এই বিজাবণ-কার্যে PbS বিজারক দ্রব্যের অংশ গ্রহণ করিয়াছে। অতএব আমরা বলিতে পারি, এই বিক্রিয়াতে জারণ এবং বিজারণ উভয় কার্যই সংঘটিত হইয়াছে। বিজাবক দ্রব্য (PbS) জারিত হইয়াছে এবং জারক দ্রব্য ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) বিজারিত হইয়াছে।

‘খ’ চিহ্নিত বিক্রিয়াতে দেখা যাইবে,  $\text{FeCl}_3$  হইতে ক্লোরিনের অংশ কমিয়াছে, উহা বিজারিত হইয়াছে। এখানে বিজাবক দ্রব্য  $\text{SnCl}_2$ । আবার বিক্রিয়ার ফলে  $\text{SnCl}_2$ এ অপরাবিদ্যুৎবাহী  $\text{Cl}_2$  যুক্ত হইয়াছে, অর্থাৎ  $\text{SnCl}_2$  জারিত হইয়াছে। সুতরাং জাবণ এবং বিজাবণ ক্রিয়া উভয়ই বর্তমান। বিজারক দ্রব্য ( $\text{SnCl}_2$ ) জারিত হইয়াছে এবং জারক দ্রব্য ( $\text{FeCl}_3$ ) বিজারিত হইয়াছে।

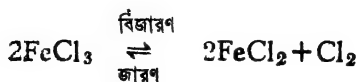
এই কারণেই বলা হয়, ‘জাবণ ও বিজারণ কাষ যুগপৎ সম্পন্ন হয়।

অক্সিজেন, ওজোন, হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড, হ্যালোজেন, নাইট্রিক অ্যাসিড, পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট, পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ইত্যাদি বিশেষ রূপে জারক দ্রব্য হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

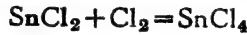
জায়মান হাইড্রোজেন, হাইড্রোজেন গ্যাস, হাইড্রোজেন সালফাইড, সালফার ডাই-অক্সাইড স্ট্যানাস ক্লোরাইড, হাইড্রো-আয়ডিক অ্যাসিড, কার্বন, কার্বন-মনোক্সাইড ইত্যাদি সাধারণতঃ বিজাবক দ্রব্য হিসাবে প্রয়োগ করা হয়।

\* \* \* \*

আমরা দেখিযাছি, ফেরিক ক্লোরাইড বিজারিত হইলে ফেরাস ক্লোরাইড হইয়া থাকে।



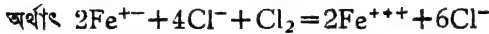
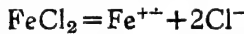
ক্লোরিন একষোজী। অতএব ফেরিক ক্লোরাইডে আয়রন পরমাণু ত্রি-ষোজী এবং ফেরাস ক্লোরাইডে উহা দ্বিষোজী। অর্থাৎ বিজারণের ফলে আয়রনের যোজ্যতা কমিয়া গিয়াছে। অথবা জারণের ফলে আয়রনের যোজ্যতা বাড়িয়া থাকে। সুতরাং যে সমস্ত বিক্রিয়াতে পদার্থের পরাবিচ্ছ্যাবাহী অংশের (অর্থাৎ ধাতুর) যোজ্যতা বৃদ্ধি পায় সেই সকল রাসায়নিক পরিবর্তন জারণ শ্রেণীভুক্ত। যেমন,  $\text{SnCl}_2$  জারিত কবিলে  $\text{SnCl}_4$  হইয়া থাকে।



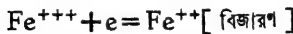
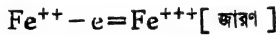
টিনের যোজ্যতা জারণের ফলে দুই হইতে চার হইয়াছে।

\* \* \* \*

ক্লোবিনের সাহায্যে ফেরাস ক্লোরাইড দ্রবণ জারিত হইয়া ফেবিক ক্লোরাইড হইয়া থাকে। দ্রব অবস্থায় ফেরাস ক্লোরাইড বিযোজিত হইয়া  $\text{Fe}^{++}$  ক্যাটায়ন এবং  $\text{Cl}^-$  অ্যানায়ন সৃষ্টি কবে।



জারণের ফলে আয়রন আয়ন আরও ইলেকট্রন ছাড়িয়া দেয় এবং ক্লোবিন সেই ইলেকট্রন গ্রহণ কবে। এখানে স্পষ্টতঃই আয়রন জারিত হইতেছে এবং ক্লোবিন বিজারিত হইতেছে। অতএব, কোন পদার্থ হইতে ইলেকট্রন সরাইয়া লইলে উহা জারণ হয় এবং যাহা ইলেকট্রন গ্রহণ করে তাহাই বিজারিত হইয়া থাকে।



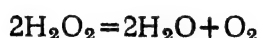
বিজারক দ্রব্য সর্বদাই ইলেকট্রন ছাড়িয়া দেয় এবং তারকদ্রব্য সর্বদাই ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া থাকে।

১৬-৬। প্রভাবন (Catalysis) : প্রত্যেক রাসায়নিক পরিবর্তন বা বিক্রিয়ার একটা বেগ আছে। কোন কোন ক্ষেত্রে পরিবর্তন খুব দ্রুত হয় আবার কোন কোন ক্ষেত্রে বিক্রিয়ার গতি মন্থর। প্রায়ই দেখা যায়, এই সকল রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় কোন কোন পদার্থ যোগ করিয়া দিলে, উহাদের বেগের পরিবর্তন হয়। অথচ এই সকল পদার্থের সহিত সেইসব রাসায়নিক



বিক্রিয়ার কোন প্রত্যক্ষ সংশ্রব নাই, এবং প্রকৃতপক্ষে এই সকল পদার্থ বিক্রিয়া শেষে রাসায়নিক বিচারে অপরিবর্তিত থাকে। এই পদার্থগুলি ঐ সকল বিক্রিয়াতে (আপাততঃ) অনাবশ্যক। এইভাবে বিভিন্ন দ্রব্যের মাত্র উপস্থিতির সাহায্যে রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতির হ্রাসবৃদ্ধি করাকে ‘প্রভাবন’ বলা হয়। যে সমস্ত পদার্থ এইভাবে বিক্রিয়ার গতিবেগ প্রভাবিত করে তাহাদের ‘প্রভাবক’ (Catalyst) বলে।

প্রভাবক দুই প্রকারের। যে সকল পদার্থ কেবলমাত্র উপস্থিতি দ্বারা কোন রাসায়নিক ক্রিয়া দ্রুততর করে তাহাদিগকে ‘বর্ধক’ (positive catalyst) বলে। আবার যে সকল পদার্থ উপস্থিত থাকিয়া কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতি কমাইয়া দেয় তাহাদিগকে ‘বাধক’ (negative catalyst) বলা হয়। হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড বিযোজিত হইয়া জল ও অক্সিজেনে পরিণত হয় :—



যদি একটু প্লাটিনাম-কঙ্কাল উহাতে দেওয়া যায়, তাহা হইলে এই পরিবর্তনটি অত্যন্ত দ্রুত সাধিত হইবে, অথচ প্লাটিনাম-কঙ্কালই কোন রকম রাসায়নিক পরিবর্তন হইবে না। অপরদিকে, যদি হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডে একটু সালফিউরিক অ্যাসিড দেওয়া যায় তবে উহার বিযোজন-গতি খুব কমিয়া যাইবে। অতএব এইক্ষেত্রে প্লাটিনাম বর্ধক এবং সালফিউরিক অ্যাসিড বাধকের কাজ করে।

সোডিয়াম সালফাইট দ্রবণ বাতাসে রাখিয়া দিলে সোডিয়াম সালফেটে পরিণত হয়।  $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

একটু কপার সালফেট দিলে ইহার গতিবেগ খুব বৃদ্ধি পায় এবং অল্প একটু গ্লিসারিন দিলে এই বিক্রিয়াটির পরিবর্তন প্রায় বন্ধ হইয়া যায়। সুতরাং এই বিক্রিয়াতে কপার সালফেট বর্ধক এবং গ্লিসারিন বাধকরূপে কাজ করে। সালফিউরিক অ্যাসিড হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের বিযোজনে বাধকের অংশ গ্রহণ করিয়াছে বলিয়া সর্বদাই যে সব বিক্রিয়াতে উহা বাধক হইবে এমন কোন নিশ্চয়তা নাই। অনেক বিক্রিয়াতে ইহার কোন প্রভাবন-ক্ষমতাই নাই, আবার কোন কোন ক্ষেত্রে ইহা বর্ধকের কাজ করিতে পারে। একথা অন্ত্যন্ত প্রভাবক সম্পর্কেও প্রযোজ্য

প্রভাবন-ক্রিয়াগুলি পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে :—

(১) প্রভাবকগুলির শেষ পর্যন্ত কোন রাসায়নিক পরিবর্তন হয় না, এবং উহাদের ওজনেরও কোন তারতম্য ঘটে না।

(২) সাধারণতঃ খুব অল্প পরিমাণ প্রভাবক থাকিলেই রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতির যথেষ্ট হ্রাসবৃদ্ধি হইয়া থাকে।

(৩) প্রভাবক কেবল কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতি বাড়াইতে বা কমাইতে পারে, কিন্তু যে সকল বিক্রিয়া কোন নির্দিষ্ট অবস্থায় হয় না, তাহা সংঘটন করাইতে পারে না।

(৪) কোন বিক্রিয়ার গতি পরিবর্তন করিতে সক্ষম হইলেও প্রভাবক সেই বিক্রিয়ার মোট পরিবর্তনের পরিমাণের কোন ব্যতিক্রম করিতে পারে না। যথা, হাইড্রোজেন ও আয়োডিন গ্যাস মিলিত হইয়া হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিড হয়।  $H_2 + I_2 = 2HI$ । টান্‌স্টেন বা দিলিকা দিলে এই বিক্রিয়াটি দ্রুততর হয় বটে কিন্তু হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিডের পরিমাণ বেশী পাওয়া যাইবে না।

পবনর্তী অধ্যায়গুলিতে প্রভাবন-ক্রিয়ার বহু উদাহরণ পাওয়া যাইবে।

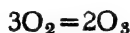
১৬-এ। **বহুরূপতা (Allotropy)** : কখনও কখনও দেখা যায়, একই মৌল প্রকৃতিতে ভিন্ন ভিন্ন রূপ থাকে। অর্থাৎ একই মৌলিক পদার্থের বিভিন্ন প্রকারভেদ সম্ভব। এই বিভিন্ন প্রকারগুলি অবস্থাগত ধর্মের অবশ্যই বিভিন্নতা আছে এবং অনেক সময় উহাদের রাসায়নিক ধর্মেরও খানিকটা বৈসাদৃশ্য দেখা যায়। মৌলের এইরূপ বিভিন্নরূপে বর্তমান থাকার গুণটিকে বহুরূপতা বলে। যেমন কাবনের সাত একম রূপভেদ সম্ভব। উহাব দুই প্রকার স্ফটিকাকাব, অপর পাঁচটি অনিয়তাকার। সালফার, অক্সিজেন, ফসফরাস প্রভৃতি আরও অনেক মৌলিক পদার্থে এই একম রূপভেদ বর্তমান। যদিও, এহ রকম কোন বহুরূপী মৌলের সমস্ত প্রকারই একই পরমাণুগঠিত, তবুও উহাদের গঠন-পদ্ধতিব বিভিন্নতার জন্য বিভিন্ন রূপভেদের সৃষ্টি হয়।

১৬-৮। **ওজোন (Ozone),  $O_3$**  : ওজোন ও অক্সিজেন বস্তুতঃ একই মৌলিক পদার্থ—দুইটি রূপভেদ মাত্র। ওজোনের প্রতি অণুতে তিনটি পবমাণু আর অক্সিজেনের অণুতে দুইটি পবমাণু বর্তমান। অর্থাৎ ওজোনের অণু,  $O_3$  এবং অক্সিজেনের অণু,  $O_2$ । কিন্তু এই গঠন-বিভিন্নতার জন্ত ওজোন এবং অক্সিজেনের ভিতর অবস্থাগত এবং রাসায়নিক ধর্মের যথেষ্ট বৈসাদৃশ্য দেখা যায়।

বায়ুমণ্ডলের উপরেব অংশে খুব স্বল্প পরিমাণে ওজোন পাওয়া যায়।

সম্ভবত: অতিবেগনী আলোর সংস্পর্শে বায়ুর অক্সিজেন হইতেই সেখানে ওজোন উৎপন্ন হয়।

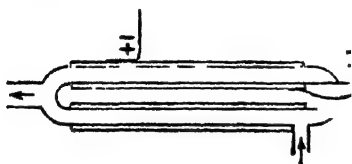
১৬-৯। প্রস্তুতি : সাধারণত: শব্দহীন বিদ্যুৎক্ষরণের সাহায্যে অক্সিজেন হইতে ওজোন উৎপন্ন করা হয়।



**শব্দহীন বিদ্যুৎক্ষরণ (Silent Electric discharge)** :- পরা- এবং অপরা-বিদ্যুৎবাহী দুইটি ধাতুকে যদি খুব কাছাকাছি আনা যায় অথচ উহারা পরস্পরকে স্পর্শ না করে, তাহা হইলে পরা- হইতে অপরা প্রান্তে বিদ্যুৎক্ষরণ হইতে থাকে। এই বিদ্যুৎক্ষরণে ফুলিঙ্গের উৎপত্তি হয় এবং যথেষ্ট উত্তাপ ও আলোকের সৃষ্টি হয়। যদি এই দুইটি ধাতুর ভিতর পাতলা কাচ বা অন্ত কোন অন্তরক দ্রব্য (insulator) রাখা যায় তাহা হইলেও নিঃশব্দে বিদ্যুৎক্ষরণ হইতে থাকিবে, কিন্তু কোন তড়িৎফুলিঙ্গের সৃষ্টি হইবে না। অবশ্য ধাতু দুইটি যথেষ্ট তড়িৎশক্তিসম্পন্ন হওয়া প্রয়োজন। ইহাকেই শব্দহীন বিদ্যুৎক্ষরণ বলা হয়।

**ল্যাবরেটরী পদ্ধতি : সিমেন্স (Siemens) যন্ত্র :** (চিত্র ১৬ গ)

এই যন্ত্রে একটি অপেক্ষাকৃত মোটা কাচ-নলের ভিতরে একটি সূক্ষ্ম কাচ-নল



চিত্র ১৬গ—সিমেন্সের যন্ত্র

থাকে। নল দুইটির অক্ষদণ্ড (axis) একই হওয়া প্রয়োজন। সূক্ষ্ম নলটির ভিতরের প্রান্তটি বন্ধ থাকে এবং অপর প্রান্তে উহার সহিত বাহিরের নলটি জুড়িয়া দেওয়া হয়। অক্সি-

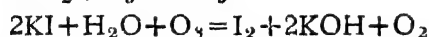
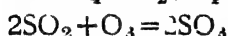
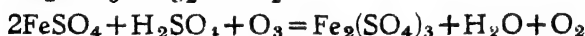
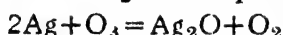
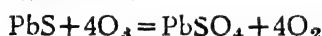
জেনের প্রবেশ ও নির্গমের জন্য বাহিরের নলটিতে দুইটি পথ আছে। মোটা নলটির বাহিরের দিক এবং সূক্ষ্ম নলটির ভিতরের দিকটি পাতলা টিনের পাত দিয়া মুড়িয়া দেওয়া হয়। ব্যাটারী ও আবশ্যকুণ্ডলীর সাহায্যে এই টিনের পাত দুইটির ভিতর শব্দহীন বিদ্যুৎক্ষরণের সৃষ্টি করা হয়। প্রবেশ- ও নির্গম-নলের সাহায্যে দুইটি নলের মধ্যবর্তী অবকাশের ভিতর দিয়া অক্সিজেন গ্যাস আস্তে আস্তে লইয়া যাওয়া হয়। সুতরাং এই গ্যাসটি অদৃশ্য এবং শব্দহীন বিদ্যুৎক্ষরণের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে বাধ্য হয়। ফলে, নির্গম-পথে যে গ্যাস বাহির হইয়া আসে উহাতে অক্সিজেনের সহিত ওজোন মিশ্রিত আছে দেখা যায়। এইভাবে অক্সিজেনের শতকরা প্রায় ১০ ভাগ ওজোনে পরিণত

হয়। স্টার্চ ও পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণে দিলে এক টুকরা কাগজ নির্গমনের মুখে রাখিলে উহা কয়েক সেকেন্ডের ভিতরেই নীল হইয়া যায়। ওজোনের অস্তিত্বের ইহা একটি প্রমাণ।

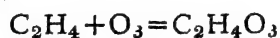
১৬-১০:। **ওজোনের শক্তি:** (১) ওজোন একটি নীল, মৎশ্গন্ধযুক্ত গ্যাস। জলে ইহা অক্সিজেন অপেক্ষা অধিকতর দ্রবণীয়। তাপিন তৈল ওজোনকে খুব সহজেই শোষণ করিয়া লইতে পারে। বায়ু অপেক্ষা ওজোন প্রায় দেড়গুণ ভারী।

(২) উত্তাপের সাহায্যে ওজোন ভাঙিয়া অক্সিজেনে পরিণত হইয়া থাকে।  $2O_3 = 3O_2$

(৩) ওজোনের রাসায়নিক সক্রিয়তা সমধিক। প্রায় সর্বদাই ওজোন বিশেষ ক্ষমতাশীল জারকদ্রব্য হিসাবে রাসায়নিক ক্রিয়া করিয়া থাকে। এই সকল জারণ-ক্রিয়াতে প্রায়ই ওজোনের প্রত্যেকটি অণু একটি অক্সিজেন অণুতে পরিণত হইয়া যায় এবং অতিবিক্ত অক্সিজেন পরমাণুটি অপব কোন পদার্থকে জারিত কবে।



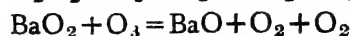
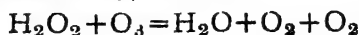
(৪) ওজোন অনেক জৈব-পদার্থের সহিত বিক্রিয়া করিতে সমর্থ। ইথিলিন প্রভৃতি অমস্পন্দ জৈব-পদার্থের সহিত ওজোন সরাসরি যুক্ত হইয়া ওজোনাইড সৃষ্টি করে।



ইথিলিন

ইথিলিন-ওজোনাইড

(৫) ওজোনের সহিত বিক্রিয়ার ফলে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড, বেরিয়াম পার-অক্সাইড প্রভৃতি বিজারিত হইয়া যায় :—



যদিও ওজোন এই ক্ষেত্রে বিজারক দ্রব্যের মত ব্যবহাব করে, তথাপি ইহাকে ঠিক বিজারণ-ক্রিয়া বলা সম্ভব হইবে না; কেননা, বিজারক দ্রব্যটি এখানে জারিত হয় নাই।

কয়েকটি পরীক্ষা হইতে ওজোনের অস্তিত্ব নির্ধারণ করা হয়। পৃথক পৃথক ভাবে এক এক টুকরা কাগজ নিম্নলিখিত দ্রবণে সিদ্ধ করিয়া লইলে ওজোনের সংস্পর্শে উহাতে বিকিন্ন রঙের সৃষ্টি হয় :—

- (ক) স্টাচ এবং পটাস-আয়োডাইড—নীল  
 (খ) টেট্রামিথাইল স্কারক —বেগুনী  
 (গ) বেঞ্জিডিন —ভামাটে।

**ওজোনের ব্যবহার :** বাকটিরিয়ার উপর ওজোনের বিষক্রিয়া আছে, সেইজন্য পানীয় জল নির্বীজনে ওজোন খুব ব্যবহৃত হয়। তৈল, মোম প্রভৃতি বিরঞ্জনের জন্য এবং ল্যাবরেটরিতে অনেক জৈব-পদার্থ জাবিত করার জন্য ওজোনের প্রয়োজন হয়।

### সপ্তদশ অধ্যায়

## হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের যৌগিক পদার্থ

হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের রাসায়নিক সংমিশ্রণে দুইটি যৌগের উৎপত্তি হয় (১) জল,  $H_2O$  এবং (২) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড,  $H_2O_2$ ।

### জল, $H_2O$

বহুদিন পযন্ত জল একটি মৌলিক পদার্থ হিসাবেই পরিগণিত হইত। ১৭৮১ সালে ইংরেজ বৈজ্ঞানিক ক্যাম্পবেল বিভিন্ন পরীক্ষার সাহায্যে প্রথম প্রমাণ করেন, জল হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের যৌগিক পদার্থ। প্রকৃতিতে জলের প্রাচুর্য দেখা যায়।

**১৭-১। প্রাকৃতিক জল (Natural water) :** উৎস অনুযায়ী প্রাকৃতিক জলকে মোটামুটি চারভাগে বিভক্ত করা হইয়াছে।

(১) **বৃষ্টি-জল :** সমুদ্র, নদনদী, জলাশয় প্রভৃতি হইতে জল বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়। পরে উহা বায়ুমণ্ডলে শীতল হইলে বৃষ্টি হয়। অতএব ইহাকে স্বাভাবিক উপায়ে পাতিত জল বলা যাইতে পারে। প্রাকৃতিক জলের মধ্যে ইহাকেই সবাপেক্ষা বিশুদ্ধ মনে করা হয়।

(২) **নদী জল :** সাধারণতঃ বৃষ্টির জল হইতে এবং পাহাড়ের উপরের বরফ হইতে নদ-নদীর সৃষ্টি। জলের দ্রাবণীয় ক্ষমতা খুব বেশী। মাটির উপর দিয়া প্রবাহিত হওয়াব সময় উহা বহু রকম পদার্থ দ্রবীভূত করিয়া লয়।

(৩) **প্রস্রবণ-জল :** ভূ পৃষ্ঠের অভ্যন্তর হইতে বিভিন্ন দ্রব্যপথে জল নিঃসৃত হইয়া প্রস্রবণের সৃষ্টি করে। প্রস্রবণের জলেও বর্ষাবধি লবণ জাতীয় দ্রব্য এবং অজ্ঞাত পদার্থ দ্রবীভূত থাকে। কিন্তু বালু, মাটি, কীকব প্রভৃতির ভিতর দিয়া অতিক্রম করে বলিয়া উহা খুব স্বচ্ছ হয় এবং কোন অদ্রবণীয় ময়লা উহাতে থাকে না। বালু প্রভৃতির সাহায্যে উহা পরিশ্রুত হইয়া থাকে।

অতিরিক্ত পরিমাণ লবণ-জাতীয় বস্তু প্রস্রবণ-জলে দ্রবীভূত থাকিলে উহাকে প্রায়ই খনিজ-জল বলা হয়। ভিন্ন ভিন্ন পদার্থ দ্রবীভূত থাকার জন্য এই জলের স্বাদ এবং প্রকৃতিও বিভিন্ন হইয়া থাকে। অনেক সময় এই জলে কার্বন ডাই-অক্সাইডও থাকে। সোডিয়াম বা লিথিয়াম লাই-কার্বনেট, সোডিয়াম এবং ম্যাগনেসিয়াম সালফেট, লৌহখচিত কোন কোন লবণ, হাইড্রোজেন

সালকাইড ইত্যাদি বিভিন্ন পদার্থ খনিজ-জলে দেখা যায়। এই সব জল স্বাস্থ্যের পক্ষে অনেক ক্ষেত্রে খুব উপকারী। ডুবনেম্বর, রাজগীর, সীতাকুণ্ড প্রভৃতি জায়গার জল এই কারণেই বিখ্যাত।

কুপ অথবা নলকূপের জলও অনেকটা প্রশ্রবণ-জলের মত।

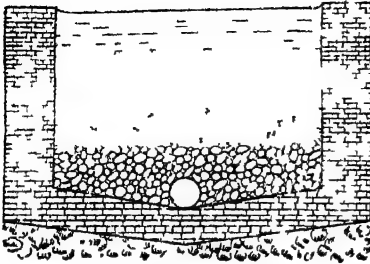
(৪) সমুদ্র-জল : ইহাতে দ্রবীভূত পদার্থের পরিমাণ সর্বাধিক। খাদ্য লবণের পরিমাণই খুব বেশী এবং খাদ্য-লবণ ছাড়াও অন্যান্য অনেক লবণ জাতীয় পদার্থ ইহাতে আছে। অত্যধিক লবণাক্ত বলিয়াই ইহা অপেয়।

১৭-২। পানীয় জল : অধিকাংশ ক্ষেত্রেই প্রাকৃতিক জল পানীয়রূপে ব্যবহার করা সম্ভব নয়। পানীয় জলে কোন রকম রোগজীবাণু বা ভাসমান অদ্রবণীয় পদার্থ থাকিবে না। উহাতে অতিরিক্ত পরিমাণ লবণ থাকাও বাঞ্ছনীয় নয়। সাধারণতঃ মনে হয় যে প্রাকৃতিক জলকে পাতিত করিয়া লইলেই উহাকে বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যাইবে এবং তাহা পানীয়রূপে ব্যবহার করা যাইতে পারে। কিন্তু পাতিত জল স্বাদহীন ; সেইজন্য পানীয় হিসাবে উহা প্রশস্ত নয়। সামান্য লবণ, একটু অক্সিজেন ও কার্বন ডাই-অক্সাইড দ্রবীভূত থাকে বলিয়া পানীয় জলের স্বাদ ভাল হয়।

নদা বা পুষ্করিণীর জল প্রথমে ফুটাইয়া উহাকে বাষ্প ও কাঠকয়লাব সাহায্যে পরিশ্রুত কবিতা পানের উপযুক্ত করা হয়। প্রথমে কটান জল একটি কলসীতে লওয়া হয়। উহাতে একটি ফটকিবি মিশাইয়া দেওয়া হয়। এই কলসীব নীচে একটি সল্প ছিদ্র থাকে। এই ছিদ্রে দিয়া জল নীচে আব একটি কাঠকয়লাপূর্ণ কলসীতে পড়িতে থাকে। তৃতীয় কলসী হইতেও নীচের একটি ছিদ্রপথ দিয়া জল আবার চূষাচয়া তৃতীয় একটি বাষ্পপূর্ণ কলসীতে পড়ে। এত কলসীর নীচের একটি ছিদ্রে দিয়া পবিত্রত জল নিম্নের একটি আধাবে সঞ্চিত হয়। গ্রামে গৃহস্থরা সচরাচর এই ব্যবস্থা গ্রহণ করিয়া থাকে।

বড় বড় সহরে যেখানে অনেক জল সর্বদা সরবরাহ করা আবশ্যিক সেখানে অল্প ব্যবস্থা অবলম্বন করিতে হয়। নিকটস্থ কোন নদী হইতে পাম্পের সাহায্যে জল তুলিয়া প্রথমে কতকগুলি বড় বড় জলাশয়ে রাখা হয়। এইখানে জলের ভাসমান অদ্রবণীয় কণাসমূহ ধীরে ধীরে নীচে থিতাইয়া যায়। খাদ কাটিয়া এই জলাশয়গুলি তৈয়ারী করা হয় এবং ইহার আয়তনে ছোট ছোট পুষ্করিণীর সমান। লোহার জালির খাচায় কবিতা ফটকিরির টুকরা এই সব জলাশয়ে ডুবাইয়া রাখা হয়। বাষ্প, মাটি প্রভৃতি সহজে থিতাইয়া যাইতে ফটকিরি সাহায্য করে। এই জলাশয়গুলির পাশেই বড় বড় কতকগুলি পরিশ্রুতি-আধার তৈয়ারী করা হয়। এইগুলি ইটের তৈয়ারী চতুষ্কোণ চৌবাচ্চার মত। ইহাদের তলদেশ সমতল নয়, মধ্যস্থল অনেকটা নীচু। সেইখানে পরিশ্রুত জল বহন করিয়া লইয়া যাওয়ার একটি পাইপ আছে। এই

পরিষ্কৃতি-আধারগুলিতে প্রথমে কয়েক ফুট মোটা কাঁকর ও পাথরের ভড়ি দেওয়া থাকে এবং উহার উপর প্রথমে মোটা বালু এবং তারপর মিহি



চিত্র ১৭ক—পানীয় জলের পরিষ্কৃতি

পাথরের ভিতর দিয়া যাওয়ার সময় জল সম্পূর্ণরূপে পরিষ্কৃত হইয়া থাকে।

অতঃপব ক্লোরিন গ্যাস অথবা ওজোন গ্যাস দ্বারা জল জীবাণুমুক্ত কবা হয়। পাম্পের সাহায্যে এই শোধিত জল একটি সু উচ্চ জলাধারে উঠাইয়া দেওয়া হয়। সেখান হইতে সমস্ত সহরে জল সববরাহ করা হয়। কোন কোন জায়গায় এই জলাধারগুলিতে অতি-বেগনী আলো সৃষ্টি করাব সরঞ্জাম থাকে এবং অল্পক্ষণের জন্ত জলের মধ্যে অতি-বেগনী বশ্মি সঞ্চারিত করিয়া জীবাণুসমূহ ধ্বংস করা হয়।

**বাতাসিত জল (Aerated Water) :** কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস ভলে দ্রবীভূত এবং চাপ বৃদ্ধির সাহিত জলে ইহার দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়। সোডা ওয়াটার লেমনেড প্রভৃতি পানীয়ে পাম্পের সাহায্যে অতিরিক্ত পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড জলে দ্রবীভূত করিয়া রাখা হয়। ছিপি খুলিয়া দিলে উহার চাপ কমিয়া যায় এবং কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস বুদবুদে আবাবে বাহির হইয়া আসে। বিভিন্ন স্বাদের জন্ত ভিন্ন ভিন্ন পদার্থ সোডিয়াম বাই-কার্বনেট চিনি আলাব বস প্রভৃতিও সেই জলে দেওয়া হয়। এইরূপ অতিবিস্তৃত কার্বন ডাই-অক্সাইড সমন্বিত জলকে 'বাতাসিত জল' বলে। এই সকল জল হজমের পক্ষে বিশেষ উপকারী।

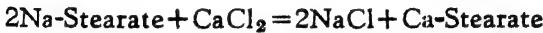
**১৭-০। খর জল ও মৃদু জল (Hard and Soft Water) :** সাবান জলে ঘষিলে ফেনা হয়। কিন্তু সকল রকম প্রাকৃতিক জল সাবানের সহিত সহজে ফেনা দেয় না।

**মৃদু জল—**যে সব জল অতি সহজেই সাবানের ফেনা উৎপন্ন করে তাহাকে মৃদু জল বলে।

**খর জল—**যে সব জল সহজে সাবানের ফেনা উৎপন্ন কবিতো পারে না, তাহাকে খর জল বলে।

**জলের খরতার কারণ :** প্রাকৃতিক জলে অনেক রকম ধাতব লবণ দ্রবীভূত থাকে। ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ঘটিত লবণসমূহ দ্রবীভূত অবস্থায় থাকিলে জল খরতা প্রাপ্ত হয়। ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের বাই-কার্বনেট, ক্লোরাইড ও সালফেট সাধারণতঃ খর জলে দ্রবীভূত থাকে।

সাবানে স্টীয়াবিক অ্যাসিড, পামিটিক অ্যাসিড প্রভৃতি কতকগুলি জৈব-অ্যাসিডের সোডিয়াম বা পটাশিয়াম লবণ থাকে। এই জৈব লবণগুলিই জলের সহিত মিশিয়া ফেনার সৃষ্টি করে। ঐ সকল অ্যাসিডের অন্যান্য ধাতব লবণের এই ক্ষমতা নাই। জলে ক্যালসিয়াম বা ম্যাগনেসিয়ামের কোন লবণ থাকিলে উহাদের সহিত সাবানের রাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে এবং সাবানে আর সোডিয়াম বা পটাশিয়ামের জৈব-লবণ থাকে না। সুতরাং এই সকল জলে ফেনার সৃষ্টি হয় না। জল খরতা-সম্পন্ন হয়।



(সাদা অধঃক্ষেপ)

**খর জলের শ্রেণীবিভাগ :** জলের খরতা স্থায়ী ও অস্থায়ী দুই রকমের হইতে পারে।

যে সমস্ত খর জল কেবলমাত্র ফুটাইলে বা অল্প কোন সহজ উপায়ে খরতা হইতে মুক্ত হয়, তাহাদিগকে অস্থায়ী খর জল বলে। ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম বাই-কার্বনেট থাকিব জন্মই জলের অস্থায়ী খরতা হয়।

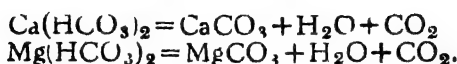
কিন্তু অনেক জলের খরতা কোন সহজ উপায়ে দূর করা যায় না। উহাদিগকে মুছ জলে পরিণত কবিত্তে বিশেষ রাসায়নিক প্রক্রিয়ার প্রয়োজন হয়। এইসব জলকে স্থায়ী খর জল বলে। ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের ক্লোরাইড ও সালফেট জলে থাকিলে উহা স্থায়ী খর জল হইয়া থাকে।

**জলের খরতা দূরীকরণ :** ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের লবণ জলে দ্রবীভূত থাকে বলিয়াই জলের খরতা হয়। সুতরাং খরতা দূর করিয়া জল মুছ করিতে হইলে জল হইতে দ্রবীভূত ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ঘটিত পদার্থগুলিকে কোন প্রক্রিয়া বা রাসায়নিক পরিবর্তনের সাহায্যে অধঃক্ষেপ করিয়া লইতে হইবে। ইহাতে ঐ সকল লবণ আর দ্রবীভূত থাকিবে না। সুতরাং উহার খরতাও লোপ পাইবে।

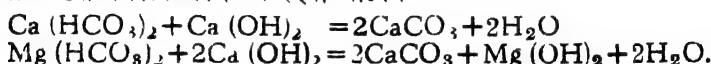
জলের অস্থায়ী খরতা দূরীকরণের জন্য দুইটি উপায় অবলম্বিত হয়।



(১) অস্থায়ী খর জলকে ফুটাইলে উহার ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম বাই-কার্বনেট উদ্ভাপে ভাঙিয়া ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটে পরিণত হয়। জলে এই কার্বনেটের দ্রাব্যতা খুব কম, সুতরাং উহারা জল হইতে অধঃক্ষিপ্ত হইয়া পড়ে। জলে আর বিশেষ ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম লবণ থাকে না এবং উহা মৃদু জলে পরিণত হইয়া যায়।

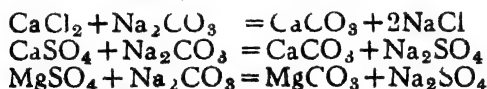


(২) ক্লার্ক-পদ্ধতি (Clark's Process) : চুন বা কলিচুনের সাহায্যে জলের অস্থায়ী খরশ দূর করা যায়। চুনের সহিত ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম বাই-কার্বনেটে বাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে জল হইতে উহারা বিভিন্ন যৌগাকারে অধঃক্ষিপ্ত হইয়া আসে।



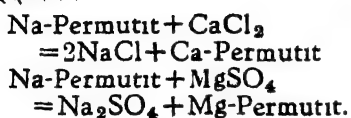
এই সকল উপায়ে স্থায়ী খর জলের মৃদুকরণ সম্ভব নহে। স্থায়ী খর জলে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের ক্লোরাইড ও সালফেট থাকে। অস্থায়ী খরতা দূর করিতেও দুইটি উপায় ব্যবহৃত হয়।

(১) সোডার সাহায্যে : স্থায়ী খর জলের সহিত সোডা অর্থাৎ সোডিয়াম কার্বনেট মিশাইলে উহার ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম লবণগুলি উহাদের অদ্রবণীয় কার্বনেটে পরিণত হয় এবং অধঃক্ষিপ্ত হইয়া পড়ে। এইভাবে দ্রবীভূত অবস্থা হইতে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম দূরীকৃত হইয়া জল মৃদু হইয়া যায়। কিন্তু এই উপায়টি ব্যয়সাধ্য।

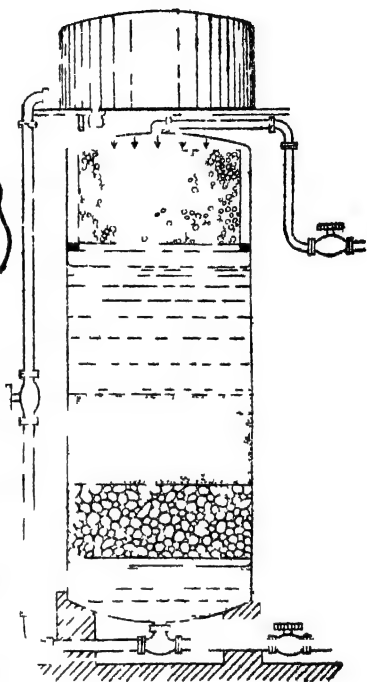


(২) পারমুটিট পদ্ধতি (Permutit Process) : জিয়োলাইট (Zeolite) নামক কতকগুলি খনিজ পদার্থ আছে। উহারা অনেকটা সাধারণ মুক্তিকার মত, এবং সোডিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি ধাতুর সিলিকেটের মিশ্রণে গঠিত। কৃত্রিম উপায়েও জিয়োলাইটের মত পদার্থ সোডিয়াম অ্যালুমিনিয়াম সিলিকেট হইতে তৈয়ারী করা হইয়াছে। উহার নাম দেওয়া হইয়াছে পারমুটিট। অপেক্ষাকৃত উচ্চ এবং গোলাকার একটি ইট বা লোহাব তৈয়ারী প্রকোষ্ঠের মধ্যে পারমুটিট রাখিয়া উহার ভিতর দিয়া উপর হইতে নীচে আস্তে আস্তে

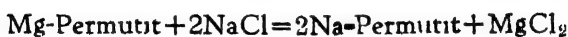
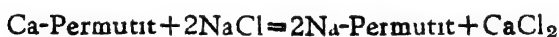
খর জল পরিচালনা করা হয়। পারমুটিট স্তরের উপরে ও নীচে খানিকটা মোটা বালু বা পাথরের ছড়ি থাকে। পারমুটিট দ্রবীভূত ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম লবণগুলিকে অদ্রবণীয় যোগে কণাস্থরিত করিয়া জল হইতে অধঃক্ষিপ্ত করিয়া দেয়। নীচে যে জল সঞ্চিত হয় উহা মৃদু জল।



কয়েকদিন ব্যবহারেব পর এই পারমুটিটের খরতা-দূরীকরণেব ক্ষমতা লোপ পায়, কারণ, উহার সমস্ত সোডিয়াম পারমুটিট ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম যোগে পরিণত হয়। খাত্ত-লবণের গাঢ় দ্রবণের দ্বারা ইহাকে ধোত করিলে অর্থাৎ খব জলের বদলে সেই পাবমুটিটের ভিতর দিয়া খাত্ত লবণের দ্রবণ প্রবাহিত করিলে ইহা আবার পূর্বাৱস্থা প্রাপ্ত হয় এবং পুনরাব জলের খরতা দূর করিতে সমর্থ হয়।



চিত্র ১৭খ—পারমুটিট পদ্ধতি



এই পুনরুজ্জীবনের ফলে একই পারমুটিট বহুদিন ব্যবহার করা সম্ভব, অবশ্য ইহার ক্ষত্ৰ অনেকটা খাত্ত-লবণ ব্যয় করিতে হয়। বলা বাহুল্য, শুধু স্থায়ী খরতা নয়, দুই রকম খরতাই এই প্রকারে দূর করা সম্ভব।

খর জলের কতকগুলি বিশেষ অসুবিধা আছে বলিয়াই ইহাকে মৃদু করা হয়। (১) খর জলের সাহায্যে কাপড় প্রভৃতি পরিষ্কার করিতে সাবানের অপব্যয় হয়। (২) জল অধিক খব হইলে উহা স্বাস্থ্যের পক্ষে অপকারী এবং এই জল পানীয় হিসাবে ব্যবহার করা যায় না। উহাতে অনেক খাত্তদ্রব্যও

সহজে সিদ্ধ করা যায় না। (৩) কেটলীতে এই খর জল উত্তপ্ত করিলে উহা হইতে ক্যালসিয়াম বা ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের স্তর কেটলীর গায়ে জমিতে থাকে। যখন বেশ পুরু স্তর পড়িয়া যায় তখন কেটলীতে সহজে জল উত্তপ্ত হয় না। কারণ, পাত্রের তাপ-বাহিতা অনেক কমিয়া যায়। ফ্যাক্টরীর বয়লারেও যদি খর জল ব্যবহার করা হয়, তবে উহাতেও কিছুদিন পরে কার্বনেটের স্তর জমিয়া যায়। পরে অনেক কয়লা পোড়াইলেও জল ফুটান ঢকর হইয়া উঠে।

সমস্ত প্রাকৃতিক জলের খরতাব পরিমাণ এক নহে। জলের খরতা ডিগ্রিতে পরিমাপ করা হয়। প্রতি লক্ষ ভাগ জলে একভাগ ক্যালসিয়াম কার্বনেট অথবা উহার তুল্যাক পরিমাণ অম্ল প্রকার ক্যালসিয়াম বা ম্যাগনেসিয়াম লবণ থাকিলে জলের এক ডিগ্রী খরতা আছে ধরা হয়। অর্থাৎ ২২° খর জল বলিলে প্রতি লক্ষ পাউণ্ডে ২২ পাউণ্ড ক্যালসিয়াম কার্বনেট আছে মনে করিতে হইবে।

**১৭-৪। বিশুদ্ধ জলের ধর্মঃ** প্রাকৃতিক জলকে বিশুদ্ধ করিতে হইলে উহাকে অল্প পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ও একটু স্কাবকেব সহিত পাতিত করা হয়। পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটে অনেক জীবাণু তনু হইয়, উপরন্তু অগ্নাত্ত জৈবপদার্থও জারিত হইয়া দূরীকৃত হয়। পাতিত জল সমস্ত প্রকার দ্রবণীয় এবং অদ্রবণীয় ময়লা হইতে মুক্ত হইয়া থাকে।

বিশুদ্ধ জল বর্ণহীন, স্বাদহীন, গন্ধহীন একটি স্বচ্ছ তরল পদার্থ। ইহা বার্মিংহাম ১০০° সেন্টিগ্রেড এবং হিমাক ০° সেন্টিগ্রেড। ইহার উদ্বায়িতা যথেষ্ট এবং সমস্ত উষ্ণতাতেই ইহা বাষ্পীভূত হইয়া থাকে। ৪° সেন্টিগ্রেডে এক ঘন সেন্টিমিটার জলের ওজনকে এক গ্রাম ধরা হয় এবং ইহাই ওজন ও ঘনত্ব পরিমাপের এককরূপে ব্যবহৃত হয়। জলের দ্রাবণী শক্তি অত্যন্ত বেশী। বহু রকম পদার্থ ইহাতে অনায়াসে দ্রাব্য হইয়া থাকে। কোন কোন ক্ষেত্রে বস্তুর দ্রবণের সময় তাপ বাহির হয় (KOH), আবার কখনও দ্রাবণ কালে উহা শীতল হইয়া যায়, অর্থাৎ বাহির হইতে তাপ গ্রহণ করে (চিনি,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ )। জলের তাপ- ও বিদ্যুৎ-পরিবাহিতা খুব কম।

অনেক সময় এক বা একাধিক জলের অণু অগ্নাত্ত বিভিন্ন বস্তুর একটু অণুর সহিত যুক্ত হইয়া থাকে। যেমন,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ । জল-সংযুক্ত পদার্থের এই সকল অণুকে “সৌদক অণু” বলা হয়, এবং অধিকাংশ

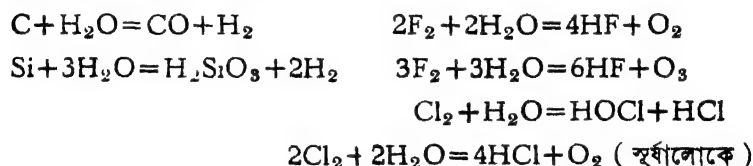
ক্ষেত্রেই সৌদক পদার্থসমূহ স্ফটিকের আকারে থাকে। সৌদক স্ফটিকের আকৃতি ও রঙ এই কেলস-জলের (water of crystallisation) উপর নির্ভর করে।

অধিক উত্তাপে, বিশেষতঃ প্লাটিনামের প্রভাবে, জল বিয়োজিত হইয়া হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনে পরিণত হয় ;  $2H_2O = 2H_2 + O_2$

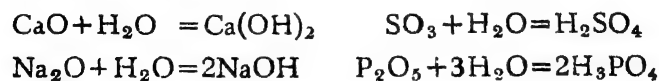
জল প্রথম অক্সাইড, কিন্তু জলের রাসায়নিক সক্রিয়তা বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

(১) সোডিয়াম, পটাসিয়াম প্রভৃতি ক্ষার-ধাতু জলের সংস্পর্শে আসিলেই জল বিয়োজিত হইয়া যায়। জিক, ম্যাগনেসিয়াম, লৌহ প্রভৃতি ধাতু অধিকতর উষ্ণতায় জলীয় বাষ্পের সহিত রাসায়নিক বিক্রিয়া করে। মারকারি, গোল্ড, সিলভার ও প্লাটিনাম ধাতুর সহিত জলের কোন বিক্রিয়া হয় না।

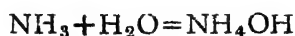
(২) কয়েকটি অধাতুর সহিত রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলেও জল বিয়োজিত হইয়া যায়। ফ্লোরিন, ক্লোরিন, উত্তপ্ত কার্বন ও সিলিকন প্রভৃতির সহিত জলের বিক্রিয়া হইয়া থাকে।



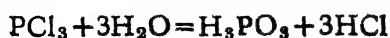
(৩) অনেক ধাতব-অক্সাইড ও অধাতব-অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া যথাক্রমে ক্ষার ও অ্যাসিডের উৎপত্তি করে। এইরূপ দ্রবণ বস্তুতঃ রাসায়নিক সংযোগ। যেমন :—

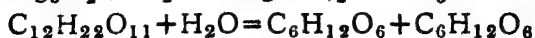
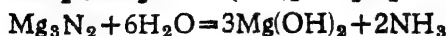


অ্যামোনিয়ার সহিত জলের সংযোগেও ক্ষার উৎপন্ন হয়।



(৪) অনেক যৌগিক-পদার্থ জলের দ্বারা বিয়োজিত হইয়া যায়। এইরূপ রাসায়নিক ক্রিয়াকে “আর্দ্র-বিয়োজ” (Hydrolysis) বলা হয়।



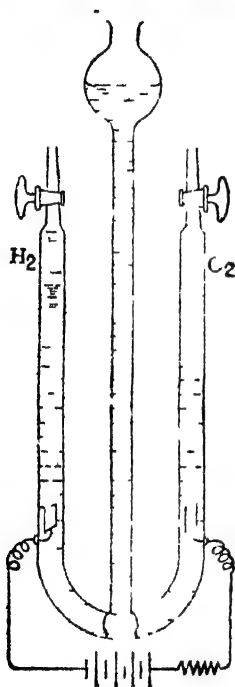


চিনি

গ্লুকোজ

ফ্রুক্টোজ

১৭-৩। জলের সংযুতি ও সংক্লেতঃ যৌগিক পদার্থের উপাদানসমূহ ওজন বা আয়তনের কোন নির্দিষ্ট অনুপাতে মিলিত হইয়া থাকে। এই অনুপাতটিকেই উহার সংযুতি বলা হয় এবং ইহার সাহায্যেই যৌগিক পদার্থের সংক্লেত ঠিক করা হয়। নির্দিষ্ট অর্থাৎ বিভিন্ন পরিমাণ উপাদানগুলি



চিত্র-১৭৭  
হফম্যান ভল্টামিটার

রাসায়নিক মিলন সংঘটিত করিয়া উহাদেব অনুপাত জানা যাইতে পারে। অথবা যৌগিক পদার্থটি বিশোধিত কবিয়া উপাদানসমূহের যে বিভিন্ন পরিমাণ পাওয়া যায় তাহা নির্ধারণ করিয়াও উহাদের অনুপাত জানিতে পারা যায়। প্রথমটিকে সাংশ্লেষিক (Synthetic) এবং দ্বিতীয়টিকে বৈশ্লেষিক (Analytical) উপায় বলা চলে। জলের সংযুতি এই দুইটি উপায়েই স্থির করা হইয়াছে

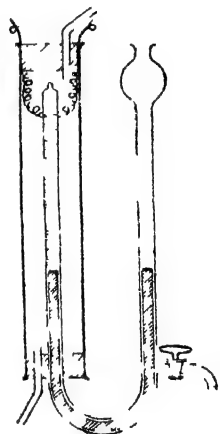
বৈশ্লেষিক পদ্ধতিঃ হফম্যানের ভল্টামিটার যন্ত্রে জল বিশ্লেষিত করিয়া হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের আয়তনের পরিমাণ নির্ধারণ করা হয়। হফম্যান যন্ত্রটি ১৭৭ চিত্রেব অনুরূপ। এই যন্ত্রে একটি অংশাক্ত U-নলের নীচের দিকে দুইটি প্লাটিনাম-পাত এবং উপরে দুইটি স্টপকক থাকে। U-নলটির মধ্যস্থলে আব একটি অপেক্ষাকৃত বড় নল সংযুক্ত থাকে। এই তৃতীয় নলটির ভিতর দিয়া জল দেওয়া হয় এবং U-নলটির দুইটি বাহুই সম্পূর্ণরূপে জলে পূর্ণ করিয়া রাখা হয়। বাহির

হইতে এই প্লাটিনাম পাত দুইটিকে একটি ব্যাটারীর দুই প্রান্তে সংযুক্ত করিয়া দেওয়া হয়। বিদ্যুৎপ্রবাহে জল বিশ্লেষিত হয় এবং ক্যাথোডে হাইড্রোজেন ও অ্যানোডে অক্সিজেন সঞ্চিত হয়। সর্বদাই এই হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের

আয়তনের অনুপাত দেখা যায়, ২ : ১। অর্থাৎ প্রতি ঘনায়তন অক্সিজেনের সহিত দুই ঘনায়তন হাইড্রোজেনও উৎপন্ন হয়। অতএব, আয়তন হিসাবে জলে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের অনুপাত, ২ : ১।

**সাংশ্লেষিক পদ্ধতি :** জলের উপাদানদ্বয়ের আয়তন ও ওজন উভয়েরই অনুপাত সাংশ্লেষিক উপায়ে স্থির করা যাইতে পারে।

**আয়তন-সংযুতি : হফম্যানের পরীক্ষা :** একটি U-আকৃতিবিশিষ্ট গ্যাসম্যান যন্ত্রে (Eudiometer) এই পরীক্ষা করা হয়। U-নলটির একটি মুখ বন্ধ থাকে, এবং উহাতে বিদ্যুৎ-স্ক্রলিঙ্গ দেওয়ার জন্য দুইটি প্লাটিনামের তার লাগান থাকে। নলের এই বাহুটি অংশাঙ্কিত। অপব বাহুব নীচের দিকে স্টপককযুক্ত একটি নির্গম-নল আছে। প্রথমে সম্পূর্ণ নলটি পারদে ভর্তি করিয়া লইয়া উহাব অংশাঙ্কিত বাহুতে পানিকটী হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনবামিশ্রণ লওয়া হয়। এই মিশ্রণে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের আয়তনের অনুপাত বাখা হয়—২ : ১। গ্যাসম্যান যন্ত্রের বদ্ধ বাহুটির চারিপাশে কঙ্ককের মত আব একটি অপেক্ষাকৃত মোটা নল বাঁপা হয়। এই বাহুবের নলটিব তিস্ব দিয়া আমিল অ্যালকোহলের (amyl alcohol) বাষ্প সঞ্চালিত করা হয়। উহার উষ্ণতা প্রায় ১৩২ সেন্টিগ্রেড। ইহার ফলে ভিতরের মিশ্রণটিও উত্তপ্ত থাকে।



চিত্র—১৭৬

জলের আয়তন-সংযুতি

উষ্ণতা সমতা প্রাপ্ত হইলে গ্যাসম্যান যন্ত্রের দুইটি বাহুতে পারদ-তল সমান করিয়া প্রমাণ চাপে ভিতরের গ্যাস-মিশ্রণের আয়তনের পরিমাণ জানিয়া লওয়া হয়। প্রয়োজন হইলে পারদ-তল সমান করার জন্য স্টপককেব সাহায্যে পারদ বাহির করিয়া লইতে হয়। এখন প্লাটিনাম তার দুইটি একটি আবেশ-কুণ্ডলীর সহিত সংযোগ করিলেই গ্যাসমিশ্রণের ভিতরে বিদ্যুৎ-স্ক্রলিঙ্গের সৃষ্টি হইবে এবং হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন মিলিত হইয়া জল উৎপন্ন হইবে। কিন্তু নলটি ১৩২° উষ্ণতায় থাকাকালে উৎপন্ন জল বাষ্পাকারে থাকিবে (চিত্র ১৭৬)। U-নলের দুই দিকের পারদ আবার সমতলে আনিয়া এই জলীয় বাষ্পের

আয়তন জ্ঞানিতে পারা যায়। সমস্ত পরীক্ষাতেই দেখা যায়, জলীয় বাষ্পের আয়তন পূর্বোক্ত মিশ্রণের আয়তনের দুই-তৃতীয়াংশ।

যন্ত্রটিকে অতঃপর ঠাণ্ডা করিলে এবং নলের খোলা মুখে অধিক পারদ ঢুকাইলে দেখা যাইবে, ক্রমশঃ বাষ্পের আয়তন কমিতেছে এবং পারদ ধীরে ধীরে উপরে উঠিতেছে। এইভাবে সমস্ত বাষ্প জল হইয়া গেলে নলটি পারদে পূর্ণ হইয়া যায়, কোন গ্যাস আর থাকে না। অর্থাৎ যে পরিমাণ হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন লওয়া হইয়াছিল তাহার উদ্ভূত আর কিছু থাকে না। অতএব বলিতে পারা যায়, দুই ঘনায়তন হাইড্রোজেন ও এক ঘনায়তন অক্সিজেন মিলিত হইয়া দুই ঘনায়তন জলীয় বাষ্প উৎপন্ন করে। অতএব, আয়তন হিসাবে,  $H_2 \quad O_2 \cdot \text{বাষ্প} = 2 : 1 : 2$ । ইহাই জলের আয়তন-সংযুতি। ইহা হইতেই জলীয় বাষ্পের সংকেতও বাহির করা যাইতে পারে। মনে কব, পরীক্ষাকালীন উষ্ণতায় ও চাপে প্রতি ঘন সেন্টিমিটার কোন গ্যাসে ৭ সংখ্যক অণু থাকে [আ্যভোগাড্রো প্রকল্প]। সুতবাং

২ ঘনায়তন হাইড্রোজেন + ১ ঘনায়তন অক্সিজেন = ২ ঘনায়তন জলীয় বাষ্প।

$2x$  হাইড্রোজেন অণু +  $x$  অক্সিজেন অণু =  $2x$  জলীয় বাষ্পের অণু।

১টি হাইড্রোজেন অণু + ½টি অক্সিজেন অণু = ১টি জলীয় বাষ্পের অণু।

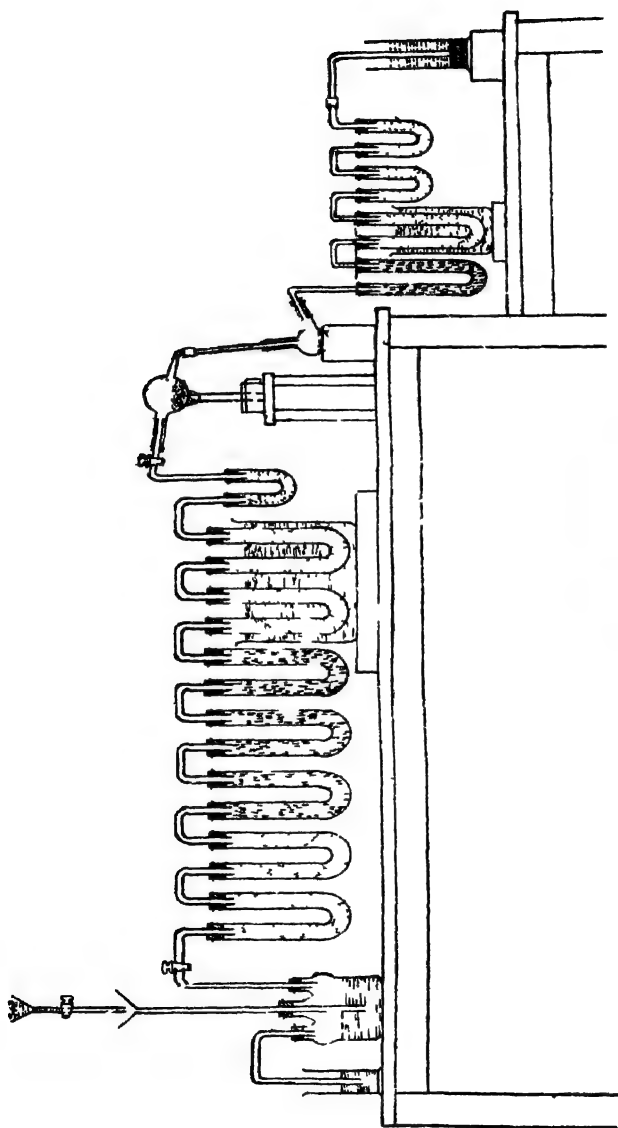
অর্থাৎ ২টি হাইড্রোজেন পরমাণু + ১টি অক্সিজেন পরমাণু = ১টি জলীয় বাষ্পের অণু।

অতএব, জলীয় বাষ্পের অণুর সংকেত,  $H_2O$ ।

তরল অবস্থায় একাধিক অণু একত্র সন্নিবিষ্ট হইয়া থাকিতে পারে এক্রপ মনে করার কাবণ আছে। সেজন্ত কখনও কখনও তরল জলের সংকেত লেখা হয়,  $[H_2O]_n$ ।

ওজন-সংযুতি : জলে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত নির্ণয়ের জন্ত বহুরকম পরীক্ষা হইয়াছে। এইখানে উহাদেব ভিতর দুইটি বিশেষ পরীক্ষার আলোচনা করা হইল।

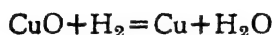
(ক) ডুমা'র (Luma's) পরীক্ষা : ডুমা বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন উদ্ভূত কপার-অক্সাইডের উপর দিয়া পরিচালনা করিয়া উহাকে জলে পরিণত করেন। কপার-অক্সাইড কপারে বিজারিত হইয়া যায়। উৎপন্ন জলের ওজন, এবং কপার-অক্সাইডের ওজনের হ্রাস হইতে কি পরিমাণে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন মিলিত



চিত্র ১৭৫—ডুমার যন্ত্র



হইয়াছে সহজেই জানা যাইতে পারে। ডুম্বা'র যন্ত্রের একটি মোটামুটি ধারণা ১৭৬ চিত্রে পাওয়া যাইতে পারে। জিঙ্ক ও সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন তৈয়ারী করিয়া উহা লেড নাইটেট দ্রবণ, সিলভার সালফেট দ্রবণ ও কঠিন কঠিক পটাস ভতি কতকগুলি U-নলের ভিতর দিয়া চালনা করা হয়। তারপর এই হাইড্রোজেন ফসফরাস পেটোক্সাইড পূর্ণ দুইটি U-নল অতিক্রম করে, ইহাতে ইহার জলীয় বাষ্প সম্পূর্ণরূপে দূরীকৃত হয়। বিশুদ্ধ শুষ্ক হাইড্রোজেন অতঃপর একটি কাচের বালবে প্রবেশ করে। কাচের বালবটিতে পূর্বেই নির্দিষ্ট ওজনের কপার অক্সাইড দেওয়া থাকে। বালবটিকে দীপ-সাহায্যে উত্তপ্ত করা হয় এবং বিশুদ্ধ হাইড্রোজেনকে উহার উপর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। হাইড্রোজেন দ্বারা উত্তপ্ত কপার-অক্সাইড বিজারিত হইয়া কপারে পরিণত হয় এবং উহার অক্সিজেন হাইড্রোজেনের সহিত মিলিয়া জল হয়।



বালব হইতে এই জল একটি শীতল কুপীতে আনিয়া সঞ্চিত হয়। অতিরিক্ত হাইড্রোজেন প্রবাহ আরও একপ্রস্থ U-নল অতিক্রম করে। এই U-নলগুলি কঠিক পটাস ও ফসফরাস পেটোক্সাইড পূর্ণ থাকে। উৎপন্ন জলের কিছু বাষ্প যদি হাইড্রোজেনের সহিত থাকে তাহা এই U-নলে শোষিত হইয়া থাকিবে। পরীক্ষাটি আরম্ভ করিবার পূর্বে এবং শেষ হইয়া গেলে শীতল কুপীটি ও এই U-নলগুলি ওজন করা হয়। ইহাতে কি পরিমাণ জল উৎপন্ন হইয়াছে জানা যায়। পরীক্ষার পর যন্ত্রটি শীতল হইলে কপার অক্সাইডের বালবটির ওজন লওয়া হয়। উহার ওজন অবশ্যই হ্রাস পাইবে।

মনে কর, বালব ও কপার অক্সাইডের পরীক্ষার পূর্ববর্তী ওজন =  $x$  গ্রাম।

এবং " " " " পরবর্তী " =  $y$  গ্রাম।

∴ জল উৎপাদনে যে অক্সিজেন প্রয়োজন হইয়াছে তাহার ওজন =  $(x - y)$  গ্রাম।

শীতল-কুপী ও U-নলের পূর্ববর্তী ওজন =  $p$  গ্রাম।

" " " " পরবর্তী ওজন =  $q$  গ্রাম।

∴ উৎপন্ন জলের ওজন =  $(q - p)$  গ্রাম।

অর্থাৎ  $(q - p)$  গ্রাম জল উৎপাদনে  $(x - y)$  গ্রাম অক্সিজেন প্রয়োজন।

∴ উক্ত জলের জন্য হাইড্রোজেনের পরিমাণ  $= (q-p) - (x-y)$  গ্রাম।  
সুতরাং,  $(x-y)$  গ্রাম অক্সিজেন ও  $(q-p) - (x-y)$  গ্রাম হাইড্রোজেনের  
সম্মিলনে  $(q-p)$  গ্রাম জল হইয়া থাকে।

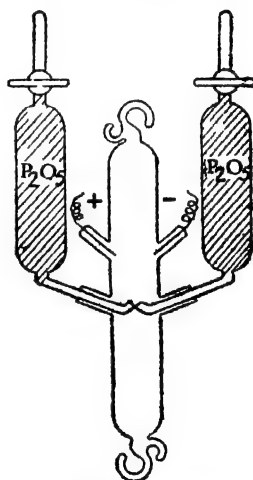
অতএব, জলে হাইড্রোজেনের ও অক্সিজেনের ওজনের অনুপাত,  
 $(q-p) - (x-y) : (x-y)$ । বস্তুতঃ এই অনুপাতটি দেখা গিয়াছে,  $H_2 : O_2$   
 $= 1 : 8$ ।

(খ) মর্লির (Morley's) পরীক্ষা : নির্দিষ্ট ওজনের হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন  
বিদ্যুৎ-ফ্লুইডের সাহায্যে জলে পবিণত করিয়া মর্লি উহাদের ওজনের অনুপাতে স্থির করেন।

প্রথমে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের তড়িৎ-বিশ্লেষণে মর্লি হাইড্রোজেন উৎপন্ন করেন।  
কম্পটিক পটাস, উত্তপ্ত কপার ও কসকরাস পেটোক্সাইডের সাহায্যে ইহাকে শোধিত করিয়া একটি  
কাচের পাত্রে প্যালেডিয়ামে উহাকে বিশোধিত কবিয়া  
বাখা হয়। প্যালেডিয়াম হাইড্রোজেন সহ পাত্রটি ওজন  
কবিয়া লওয়া হয়।

পটাসিয়াম ফ্লোরেট হইতে অক্সিজেন প্রস্তুত কবিয়া,  
কম্পটিক পটাস, সালফিউরিক অ্যাসিড, কসকরাস  
পেটোক্সাইড দ্বারা উহাকে শোধিত করা হয়। একটি  
বায়ুহীন শূন্য পাত্রের ভিতর এত অক্সিজেন বাখা হয়।  
অক্সিজেন সহ পাত্রটি ওজন কবিয়া লওয়া হয়।

পৃথকভাবে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন দুইটি ঘসফরাস  
পেটোক্সাইডের বালকের ভিতর দিয়া দুইটি নির্গম-নল  
সাহায্যে মর্লির যন্ত্রে প্রবেশ করান হয় (চিত্র ১৭৮)।  
নির্গম-নল দুইটির মুখের সামনে দুইটি প্লাটিনামের তাব  
বাখা হয়। আবেশকুণ্ডলীর দ্বারা তাব দুইটির ভিতর  
তড়িৎ-ফ্লুইড সৃষ্টি করা হয়। ইহাতে হাইড্রোজেন ও



চিত্র ১৭৮—মর্লির পরীক্ষা

অক্সিজেন মিলিত হইয়া জলে পবিণত হয়। জল যন্ত্রটির নীচেব অংশে জমিতে থাকে। যাহাতে  
জলীয় বাষ্প সম্পূর্ণরূপে তরলিত হয় সেইজন্ত যন্ত্রটির চারিদিকে বরফ দিয়া উহাকে ঠাণ্ডা রাখা  
হয়। স্টপককের সাহায্যে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের প্রবাহ এমনভাবে পরিচালনা করা হয়  
যাহাতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের আয়তন-অনুপাত ২ : ১ থাকে। প্রায় ৪০ লিটার হাইড্রোজেন  
এইভাবে জলে পরিণত করা হয়। পাল্পের সাহায্যে অতঃপর অপরিবর্তিত হাইড্রোজেন ও  
অক্সিজেন বাহির করিয়া লওয়া হয়। যন্ত্রটিকে ওজন করিয়া উৎপন্ন জলের পরিমাণ জানা হয়।  
অক্সিজেনের পাত্রটির এবং প্যালেডিয়াম-হাইড্রোজেনের আধারটিরও পুনরায় ওজন লওয়া হয়।

ইহা হইতে ওজনের কি অনুপাতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন মিলিত হইয়াছে জানা যায়। মর্লির পরীক্ষায় এই অনুপাতটি হইয়াছে ১ : ৭.৯৩৯৪।

অর্থাৎ ওজনের হিসাবে, জলে  $O_2$   $H_2 = ৮ : ১.০০৭৬$ ।

অক্সিজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব = ১৬, অক্সিজেনের পরমাণুর ওজন ১৬x গ্রাম হইলে হাইড্রোজেনের পরমাণুর ওজন ধরা যায়, ১.০০৮x।

জলে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন পরমাণুর অনুপাত হইবে,

$$\frac{৮}{১৬x} - \frac{১.০০৭৬}{১.০০৮x} = ১ : ১.১১১ = ১ : ২।$$

অর্থাৎ, জলের সংকেত হইবে,  $H_2O$ ।

### হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড, $H_2O_2$

১৮১৯ খ্রীষ্টাব্দে থের্নার্ড প্রথমে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড আবিষ্কার করেন। প্রকৃতিতে সাধারণ অবস্থায় উহা পাওয়া যায় না। বাতাসে হাইড্রোজেন পুড়িবার সময় অথবা সাদা ফসফরাসের স্বাভাবিক যুগ্ম-দহনের সময় পারিপাশ্বিক বায়ুতে সামান্য পরিমাণ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের সৃষ্টি হইয়া থাকে।

১৭-৬। প্রস্তুতি ও সাধারণতঃ খনিজ অ্যাসিডের সাহায্যে সোডিয়াম পার-অক্সাইড, বেরিয়াম-পার-অক্সাইড প্রভৃতি বিভিন্ন পার-অক্সাইড হইতে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়।

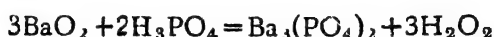
ল্যাবরেটরী-পদ্ধতি ও পরীক্ষাগারে সচরাচর ইহা প্রস্তুত করার জন্য দুইটি উপায় প্রয়োগ করা হয়।

(ক) একটি বীকাবে সোদক বেরিয়াম পার-অক্সাইডের সহিত অল্প পরিমাণ জল মিশাইয়া একটি লেই (paste) প্রস্তুত করা হয়। অপব একটি বীকারে খানিকটা লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড লওয়া হয়। এই দুইটি বীকারই চারিদিকে ববফ দিয়া আবৃত করিয়া রাখা হয় যাহাতে উহাদের উষ্ণতা প্রায়  $0^\circ$  সেন্টিগ্রেড থাকে। এই অবস্থায় লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডটি ক্রমাগত নাড়িতে হয় এবং আস্তে আস্তে উহাতে বেরিয়াম পার অক্সাইডের লেইটি মিশাইয়া দেওয়া হয়। বেরিয়াম পার-অক্সাইড ও সালফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন হয় :

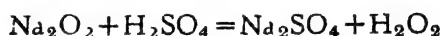


এমন পরিমাণে বেরিয়াম পার-অক্সাইড দিতে হইবে যাহাতে শেষ পর্যন্ত অল্প-পরিমাণ অ্যাসিড উৎপন্ন থাকে। কারণ, বেরিয়াম পার-অক্সাইড বেশী হইলে উৎপন্ন হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের বিস্ফোবিত হইয়া যাওয়ার সম্ভাবনা আছে। রেডিয়াম সালফেট অদ্রবণীয়, সুতরাং উহা দ্রবণ হইতে অধঃক্ষিপ্ত হইয়া থাকে। ফিটার কাগজের সাহায্যে উহাকে ছাকিয়া লইলে, পরিশ্রুত দ্রবণে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড মিশ্রিত থাকে।

সালফিউরিক অ্যাসিডের পবিবতে কখনও কখনও অত্যন্ত অ্যাসিডও ব্যবহৃত হয়। যেমন,



অনেক সময় সোডিয়াম পার-অক্সাইড ও সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে হাইড্রোজেন পার অক্সাইড তৈয়াবী হয়।



(খ) মার্ক-পদ্ধতি ( Mark's Process ) : একটি পাত্রে জলের মধ্যে খানিকটা বেরিয়াম পার-অক্সাইড মিশাইয়া দেওয়া হয়। বেরিয়াম পার-অক্সাইড জলে অদ্রবণীয়, সুতরাং উহা জলে ভাসমান বা প্রলম্বিত থাকিবে। পাত্রটিকে চারিদিকে বরফ দ্বারা আবৃত করিয়া উহার উষ্ণতা খুব কম রাখা হয়। অতঃপর ক্রমাগত কার্বন ডাই-অক্সাইডের একটি প্রবাহ উহাতে দিলে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড ও অদ্রবণীয় বেরিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয়। বেরিয়াম কার্বনেট এবং অপরিবর্তিত বেরিয়াম পার-অক্সাইড ছাকিয়া পৃথক করিয়া লইলেই হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের দ্রবণ পাওয়া যায়।

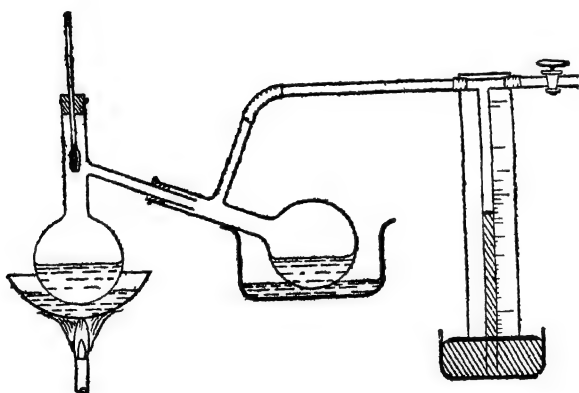


**বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড :** যে উপায়েই ইহা প্রস্তুত করা হউক, সর্বদাই হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড জলের সহিত মিশ্রিত অবস্থায় থাকে। জলমুক্ত বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড পাওয়া একটু কঠিন ব্যাপার। জল হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড অপেক্ষা অধিকতর উদ্বায়ী। হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের লঘু দ্রবণটি প্রথমতঃ একটি খালার মত বিস্তৃত পাত্রে রাখিয়া একটি জলগাহের উপর ৬০°-৭০° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত

করা হয়। ইহাতে দ্রবণটি ঘনীভূত হইয়া, হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের পরিমাণ প্রায় শতকরা ৬৬ ভাগ হইয়া থাকে। আরও ঘনীভূত করিতে গেলে, হাইড্রোজেন পার অক্সাইড বিযোজিত হইয়া যায়। অতঃপর এই ৬৬% হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্রবণটির অন্ত্রপ্রেষ-পাতনের সাহায্যে উহাকে শতকরা ৯৯ ভাগ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডে পরিণত করা হয়। এই পাতন ক্রিয়াটি ৮৫ সেণ্টিগ্রেডে সম্পন্ন হয়। ইহার একটি চিত্র (১৭ছ) দেওয়া হইল।

পাতিত হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডকে অতঃপর একটি অন্ত্রপ্রেষ শোষণাধারের (Vacuum desiccator) ভিতর সালফিউরিক অ্যাসিডের উপর রাখিয়া দেওয়া হয়। ধীরে ধীরে সালফিউরিক অ্যাসিড উহার জল শোষণ করিয়া লটলে বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পার অক্সাইড পাওয়া যায়।

বাজারে অবশ্য হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্রবণের চাহিদাই অধিক এবং সচরাচর উহাই ব্যবহৃত হইয়া থাকে। হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড বিশ্লেষিত হইয়া সর্বদাই অক্সিজেন দেয়।



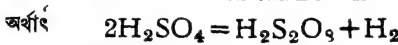
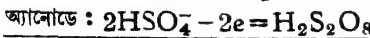
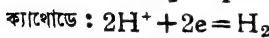
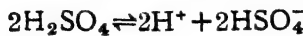
চিত্র ১৭ছ— $H_2O_2$  এর অন্ত্রপ্রেষ পাতন

**শিল্প-পদ্ধতি :** হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের বহুল ব্যবহাব আছে। হুতরাং, প্রচুর পরিমাণে ইহা তৈয়ারী করা প্রয়োজন। সেই জন্য হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড প্রস্তুতি একটি রাসায়নিক শিল্প হিসাবে গণ্য হইতে পারে। অধিক পরিমাণে ইহা প্রয়োজন হইলে উল্লিখিত উপায়ে বেরিয়াম পার-অক্সাইড বা সোডিয়াম পার অক্সাইড হইতে সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে প্রস্তুত

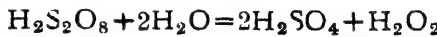
করা হয়। এতদ্ব্যতীত বর্তমানে পার-সালফিউরিক অ্যাসিডের বিশ্লেষণ দ্বারাও হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড তৈয়ারী হয়।

যদি সালফিউরিক অ্যাসিড (শতকরা ৫০ ভাগ) তাড়িত-বিশ্লেষণের কালে অ্যানোডপ্রান্তে পার-সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। অতঃপর পার-সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণটি অনুপ্রবেশ-পাতন কবিতা সীসার শীতক সাহায্যে ঘনীভূত করিলে উহার আর্দ্রবিশ্লেষণ হয় এবং হাইড্রোজেন পার অক্সাইড পাওয়া যায়।

যদি সালফিউরিক অ্যাসিডের দ্রবণে  $H^+$  এবং  $HSO_4^-$  আয়ন থাকে।



$H_2S_2O_8$  পাতিত করার সময় আর্দ্র বিশ্লেষণে :—

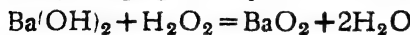
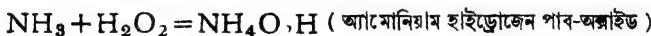


এই পদ্ধতিতে  $H_2SO_4$  পুনরাব ফিবিয়া পাওয়া যাইতেছে। বস্তুতঃ জল হইতেই তড়িত-বিশ্লেষণ দ্বারা  $H_2O_2$  উৎপন্ন হইতেছে।

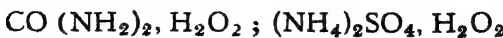
### ১৭৭। হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের ধর্ম :

(১) বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড সাধারণ অবস্থায় একটি স্বচ্ছ তরল পদার্থ, উহার ঘনত্ব ১.৪৬ গ্রাম। নাইট্রিক অ্যাসিডের মত ইহার একটি তীব্র গন্ধ আছে এবং জলের সহিত ইহা যে কোন অনুপাতে মিশিতে পারে।

(২) বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড অম্লজাতীয়। উহা নীল লিটমাসকে লাল বর্ণে পরিবর্তিত করে, এবং কোন কোন ক্ষাবপদার্থের সহিত যুক্ত হয় বা ক্রিয়া করে, যেমন :—



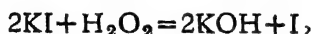
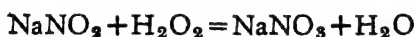
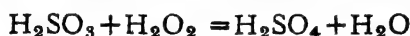
(৩) কেলাস জলের মত অনেক অণুর সহিত হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড সংলগ্ন থাকিতে পারে। যথা :—



(৪) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড যৌগটি অত্যন্ত অস্থায়ী এবং অতি সহজেই, এমনকি সাধারণ অবস্থাতেও, উহা বিয়োজিত হইয়া জল ও অক্সিজেনে পবিণত হয়।  $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$

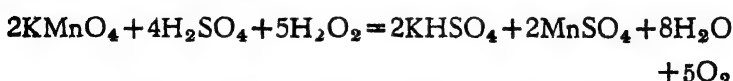
কাচের গুঁড়া, ধূলিকণা, সিলিকা, বিভিন্ন ধাতুচূর্ণ—প্লাটিনামচূর্ণ, কার্বকবলার গুঁড়া, প্রভৃতিসংস্পর্শে এই বিয়োজন অত্যন্ত বৃদ্ধি পায়। উহার বধকের (positive catalyst) কাজ করে। কঠিন পদার্থের অম্ল-তলের সংস্পর্শে বা উচ্চতা বৃদ্ধি করিলে উহার বিয়োজন বৃদ্ধি পায়। এই ক্রিয়াতে অবশ্য  $H^+$  আয়নের উপস্থিতি বধকের (negative catalyst) কাজ করে। এই ক্ষুদ্র হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করার জন্য প্রায়ই উহাতে খুব স্বল্প পরিমাণ সালফিউরিক অ্যাসিড ক্ষমকরিক অ্যাসিড বা বারবিউটরিক অ্যাসিড মিশাইয়া দেওয়া হয়। মিনারাল ও বধকের মত ব্যবহার করে। ক্ষার পদার্থের উপস্থিতি উহার বিয়োজন ত্বরান্বিত করিয়া থাকে এবং ক্ষারের  $OH^-$  আয়ন বধকের কাজ করে। ক্যাটালেজ (catalase) নামক উৎসেচক (enzyme) এই বিয়োজনে বিশেষ সহায়ক।

(৫) হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের জারণ ক্ষমতাই উহার প্রাথমিক রাসায়নিক ধর্ম। উহার প্রতিটি অণু হইতে একটি অক্সিজেন পরমাণু সাধাবণতঃ জারণ-ক্রিয়াতে অংশ গ্রহণ করে। জারণের ফলে সর্বদা হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড নিজে বিজারিত হইয়া জলে পরিণত হয়। যেমন :—

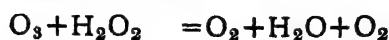
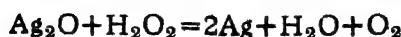
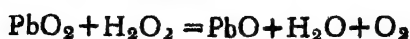


হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড সচরাচর জারকের মত ব্যবহার করিলেও, কোন কোন পদার্থকে ইহা বিজারিত করিতে পারে। যেমন :—

(ক) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটেব অ্যাসিড-দ্রবণ হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দ্বারা বিজারিত হয়।



(খ) লেড ডাই-অক্সাইড, সিলভার অক্সাইড, ওজোন, ক্লোরিন প্রভৃতিও হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের সাহায্যে বিজারিত হয় :—



বস্তুতঃ এই বিক্রিয়াসমূহকে সম্পূর্ণরূপে বিজারণ মনে করা যায় না। কারণ বিজারণ-ক্রিয়াতে বিজারকটির নিজের জীবিত হওয়া প্রয়োজন। কিন্তু এই সকল ক্ষেত্রে অপর পদার্থগুলি বিজারিত হইলেও, হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড নিজে জারিত হয় না, বরং বিজারিত হইয়া জলে পরিণত হয়। এই সকল বিক্রিয়াতে সব সময়েই অক্সিজেন পাওয়া যায়।

১৭-৮। হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের পরীক্ষা : বয়েসকট সহজ পরীক্ষা দ্বারা হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের অস্তিত্ব নির্ধারণ করা যায়।

(১) স্টার্চ-পটাস-আয়োডাইড-সিক্ত কাগজ উহাতে নীল হয়।

(২) সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত পটাস-পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ উহার সংস্পর্শে বর্ণহীন হইয়া যায়।

(৩) টাইটানিয়াম লবণ ও অ্যাসিড উহাব সংস্পর্শে কমলা বর্ণ ধারণ করে।

(৪) পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিডের নহিত হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড দিয়া পরে হৃৎক মিশ্রিত করিলে, ২৭০° রও নীল হইয়া থাকে। ইহা হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের একটি বিশেষ পরীক্ষা।

১৭-৯। হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের ব্যবহার :

- (১) ব্যাক্টেরিয়া ও ব্যাসিলির উপর উহাব বিষক্রিয়া থাকার জন্য ঔষধরূপে ইহার বাহ্যিক প্রয়োগ আছে। (২) তৈলচিত্র, সিল্ক, পালক প্রভৃতি পবিত্র করার জন্যও ইহা ব্যবহৃত হয়। (৩) জারক হিসাবে বহু রকম জৈব-রাসায়নিক বিক্রিয়াতে ইহা ব্যবহার করা হয়।

## অষ্টাদশ অধ্যায়

### বায়ু ও তাহার উপাদান : বাইট্রোজেন

আমাদের পৃথিবীর চারিদিকে একটি গ্যাসীয় আবরণ আছে, ইহাকেই বায়ুমণ্ডল বলা হয়। প্রাচীন হিন্দুগণ বায়ুকে একটি মৌল মনে করিতেন ; গ্রীক বৈজ্ঞানিকগণও ইহাকে মৌলিক পদার্থ হিসাবেই গণ্য করিতেন।



অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষে শীলে, প্রিস্টলী ও ল্যাভয়সিয়ের বিভিন্ন পরীক্ষাতে দেখা যায়, বায়ুর একটি অংশ বিভিন্ন দহন-ক্রিয়ায় এবং প্রাণীদের শ্বাসকার্যে অংশ গ্রহণ করে, অপব অংশটির সেই ক্ষমতা নাই। অর্থাৎ, বায়ু অন্ততঃ দুইটি পদার্থের মিশ্রণ।

বায়ু মুখ্যতঃ অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন এই দুইটি মৌলিক পদার্থের মিশ্রণ। ইহাদের সহিত স্বল্প পরিমাণে কার্বন ডাই-অক্সাইড জলীয় বাষ্প, নিষ্ক্রিয় গ্যাস প্রভৃতি মিশ্রিত আছে। বায়ু একটি মিশ্রণ বলিয়াই উহার উপাদানসমূহেব অল্পপাত সর্বত্র এবং সর্বদা নির্দিষ্ট থাকে না। তথাপি আয়তন হিসাবে উহার উপাদানসমূহের মোটামুটি অল্পপাত :—

(১) নাইট্রোজেন	= ৭৭ ১৬ ভাগ
(২) অক্সিজেন	- ১০ ৬০ „
(৩) জলীয় বাষ্প	= ১ ৪০ „
(৪) নিষ্ক্রিয় গ্যাস	- ০ ৮০ „
(৫) কার্বন ডাই-অক্সাইড	= ০ ০৪ „
	<hr/>
	১০০ ০০ „

এতদ্ব্যতীত বায়ুতে সামান্য নাইট্রিক অ্যাসিড বাষ্প, ওজোন এবং প্রচুর ক্ষুদ্র ধূলিকণা বর্তমান।

কৃত্তিক পটাস (ক্ষার) এবং অনার্ট ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সংস্পর্শে একটি আবদ্ধ পাত্রে বায়ু থাকিলে বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং জলীয় বাষ্প উহারা শোষণ করিয়া লয়। এই বিশুদ্ধ বায়ুতে উপাদানসমূহেব অল্পপাত সাধারণতঃ দেখা যায়—

	ওজনে	আয়তনে
নাইট্রোজেন	৭৫ ৫%	৭৮ ১১%
অক্সিজেন	২৩ ২%	২০ ৯৬%
নিষ্ক্রিয় গ্যাস	<u>১ ৩%</u>	<u>২০%</u>
	১০০ ০০	১০০ ০০

বল্গা বাহুল্য, এই উপাদানগুলির অল্পপাত সর্বদা এক হয় না। স্থান-কালভেদে এই অল্পপাত পবিবর্তনশীল।

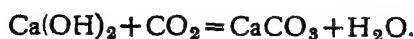
১৮-১। বায়ুর উপাদানসমূহ ও তাহাদের প্রয়োজনীয়তা : বায়ুর বিভিন্ন উপাদানগুলির অস্তিত্ব কয়েকটি সহজ পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করা যাইতে পারে।

(ক) জলীয় বাষ্প—একটি কাচের গ্লাসে বরফ রাখিয়া দিলে ধীরে ধীরে গ্লাসের বাহিরে বিন্দু বিন্দু জল জমিতে থাকে। বাতাসের জলীয় বাষ্প শীতল হইয়া ঘনীভূত হয় এবং তরলাকারে গ্লাসের শীতল গায়ে সঞ্চিত হয়।

একটি কাচের ডিসে করিয়া অল্প একটু অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড বাতাসে রাখিয়া দিলে বাতাস হইতে উহা জলীয় বাষ্প শোষণ করে এবং প্রথমে সিক্ত হইয়া পরে দ্রবণে পরিণত হইতে থাকে। এই সকল পরীক্ষা দ্বারা বাতাসে জলের অস্তিত্ব নিশ্চিতরূপে জানা যায়।

জলীয় বাষ্প ঘনীভূত হইয়া তুষার ও বৃষ্টিতে পরিণত হয়। এই জল নদী-নালা বাহিয়া সাগরে বা হ্রদে আসে এবং পুনরায় বাষ্পীভূত হইয়া যায়। পৃথিবীতে সতত এই পরিবর্তন-চক্র আছে বলিয়াই প্রাণী ও উদ্ভিদ জগতের অস্তিত্ব সম্ভব। বাতাসে জলীয় বাষ্প না থাকিলে নদী প্রভৃতি হইতে ক্রমাগত জল উবিয়া যাইত এবং প্রাণী ও উদ্ভিদ হইতেও অন্তরূপ বাষ্পীভবন হইত। ফলে প্রাণী ও উদ্ভিদ-জগৎ শুষ্ক হইয়া লোপ পাইত।

(খ) কার্বন ডাই-অক্সাইড : একটি কাচের ডিসে পানিকটা স্বচ্ছ পরিশ্রুত চূনের জল  $[Ca(OH)_2]$  বাতাসে রাখিয়া দিলে ধীরে ধীরে উহার উপরে একটি সাদা সর পড়ে এবং ক্রমশঃ চূনের জল ঘোলাটে হইয়া যায়। চূনের জলের সহিত রাসায়নিক বিক্রিয়া করিয়া উহাকে ঘোলাটে করা কার্বন ডাই-অক্সাইডের বিশেষত্ব। এই ক্ষেত্রে যেহেতু চূনের জল ঘোলা হইয়াছে, হতরায় বাতাসে কার্বন ডাই-অক্সাইড বর্তমান। কার্বন ডাই-অক্সাইড ও চূনের জল মিলিয়া খড়িমাটি বা ক্যালসিয়াম কার্বনেট প্রাপ্ত হয়। উহা অধঃক্ষিপ্ত হইয়া চূনের জল ঘোলা করে।

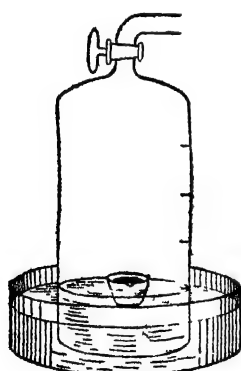


জীবজন্তুর কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রয়োজন হয় না, বরং শ্বাসকার্যের ফলে জীবদেহ হইতে সর্বদা কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হয়। কিন্তু উদ্ভিদসমূহের

জন্ম কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রয়োজন। ইহাই উহাদের খাণ্ড। প্রাণীজগৎ হইতে যে পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়, তাহা আবার উদ্ভিদ-জগৎ গ্রহণ করে। সেই কারণেই বায়ুতে কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ খুব কম এবং মোটামুটি নিদিষ্ট।

(গ) নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনঃ বাতাসে এই দুইটি মৌলিক পদার্থেব তুলনায় অক্সিজেন উপাদানগুলির পরিমাণ এত কম যে সাধারণতঃ বাতাস বলিতে নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের মিশ্রণই বুঝায়। এই দুইটি গ্যাস সাধারণভাবে মিশ্রিত আছে। সুতরাং কোন উপায়ে একটিকে সরাইয়া লইতে পারিলেই অপরটি পাওয়া সম্ভব। বহু রকম প্রক্রিয়া দ্বারা এই দুইটি মৌলকে পৃথক করা যাইতে পারে।

পরীক্ষাঃ একটি বড় খোলা পাত্রে খানিকটা জল লওয়া হয়। একটি ছোট পর্সেলীনের মুচিতে একটু সাদা ফসফরাস লইয়া মুচিটি সেই জলে ভাসাইয়া দিয়া ফসফরাসটিতে আগুন ধরাইয়া দেওয়া হয়। ফসফরাসটি জ্বলিতে আরম্ভ করিলেই উহার উপর একটি বেলজারচাপা দেওয়া হয় (চিত্র ১৮ক)। ফসফরাসটি



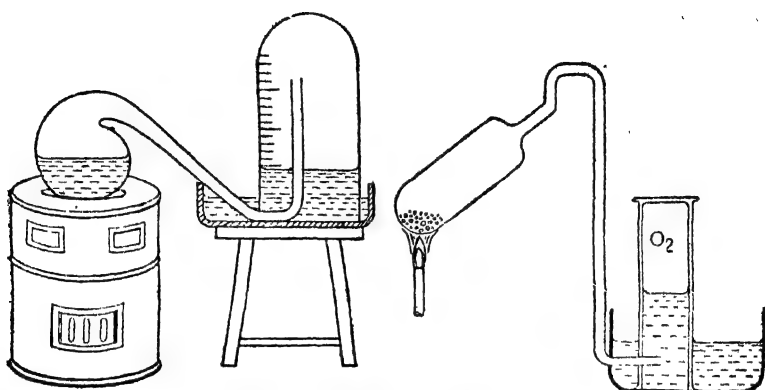
চিত্র—১৮ ক

ফসফরাসের দহন

খানিকক্ষণ পুড়িয়া নিভিয়া যাইবে। বেলজারটি আবার ঠাণ্ডা হইলে দেখা যাইবে বেলজারের ভিতরে কিছু জল প্রবেশ করিয়াছে এবং অবশিষ্ট বায়ুর পরিমাণ পূর্বাপেক্ষা কম। ফসফরাসেব দহনের ফলে আন্তরমাত্রিক এক-পঞ্চমাংশ বাতাস অক্ষত হইয়াছে। এই অবশিষ্ট বায়ুটির কোন দহন-ক্ষমতা নাই, সেই জন্যই ফসফরাস নিভিয়া গিয়াছে। দহন-কালে বায়ুর অক্সিজেন ফসফরাসের সহিত মিলিত হইয়াছে। অবশিষ্ট গ্যাস নাইট্রোজেন। এইভাবে বায়ু হইতে নাইট্রোজেন পৃথক করা যাইতে পারে। ফসফরাসের দহনের

ফলে যে দ্রব্য উৎপন্ন হইয়াছে, উহা জলে দ্রবীভূত হইয়া গিয়াছে। এই পরীক্ষাতে ফসফরাসের পরিবর্তে সালফার, কার্বন, ম্যাগনেসিয়াম বা মোমবাতি জ্বলাইয়াও অক্সিজেনকে দূর করা সম্ভব হইত।

ল্যাবরসিয়রের পরীক্ষা : এই সম্পর্কে ল্যাবরসিয়রের (১৭৭৫) বিশ্ববিখ্যাত পরীক্ষাটি আলোচনা করা বাইতে পারে।



চিত্র ১৮ খ—ল্যাবরসিয়রের পরীক্ষা

একটি বকযন্ত্রে তিনি খানিকটা বিশুদ্ধ পারদ ভরিয়া লইয়া উহার গলাটি বাকাইয়া লইলেন। বকযন্ত্রের বাকান গ্রীবাটি একটি বেলজারের ভিতরে প্রবেশ করান হইল (চিত্র ১৮খ)। এই বেলজারটি আবার একটি পারদপূর্ণ পাত্রে উপুড় করিয়া বসাইয়া দেওয়া হইল। অর্থাৎ, বেলজারের ভিতরের বাতাসের সহিত বকযন্ত্রের অভ্যন্তরের সংযোগ রহিল। অতঃপর বকযন্ত্রটি ক্রমাগত উত্তপ্ত করা হইল। দেখা গেল, প্রথমে বেলজারের ভিতরের এবং বাহিরের পারদ একই সমতলে আছে। কিন্তু উত্তাপ প্রয়োগের ফলে বকযন্ত্রের পারদে ধীরে ধীরে একটি লাল কঠিন পদার্থ উৎপন্ন হইল এবং সেই সঙ্গে বেলজারের মধ্যস্থিত পারদ উপরে উঠিতে লাগিল। অর্থাৎ, বাতাসের কিছু অংশ বকযন্ত্রের উত্তপ্ত পারদ শোষণ করিয়া লইল। দীর্ঘ ব্যয়দিন এইভাবে পারদকে উত্তপ্ত করার পরেও কিন্তু সম্পূর্ণ বাতাস কিছুতেই শোষিত হইল না। আবদ্ধ বায়ুর মাত্র এক-পঞ্চমাংশ আয়তন শোষিত হওয়ার পর আর উহার আয়তন হ্রাস পাইল না। বাতাসের যে অংশ অবশিষ্ট রহিল উহাতে একটি জলন্ত কাঠি প্রবেশ করাইলে উহা তৎক্ষণাৎ নিভিয়া গেল। আরও দেখা গেল, এই অবশিষ্ট গ্যাসে প্রাণীদের শ্বাসকর্ষ চলি না। অতএব, স্পষ্টতঃই বাতাসের দুইটি অংশ আছে

—একটি উত্তপ্ত পারদে শোষিত হয় এবং অপরটি অবশিষ্ট থাকে এবং উহা দহনে সহায়তা করে না। এই গ্যাসটি নাইট্রোজেন।

অতঃপর ল্যাবয়সিয়র বকযন্ত্রে উৎপন্ন লাল পদার্থটিকে একটি টেস্ট-টিউবে সংগ্রহ করিলেন। টেস্ট-টিউবে মুখটি বন্ধ করিয়া একটি নির্গম-নল জুড়িয়া দেওয়া হইল। নির্গম-নলের বহিঃপ্রান্তটি একটি গ্যাসজোয়ার ভিতর উপুড়-করা জলপূর্ণ গ্যাসজারের ভিতর প্রবেশ করাইয়া দেওয়া হইল। তৎপর ধীরে ধীরে টেস্ট-টিউবটি উত্তপ্ত করিলে একটি বর্ণহীন গ্যাস উৎপন্ন হইয়া গ্যাসজারে সঞ্চিত হইল এবং লাল পদার্থটি পুনরায় পারদে পরিণত হইয়া গেল। ল্যাবয়সিয়র পরীক্ষা করিয়া দেখিলেন যে পূর্বোক্ত পরীক্ষায় বকযন্ত্র হইতে যে পরিমাণ গ্যাস অঙ্কুরিত হইয়াছিল এই উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন ঠিক তাহার সমান। উপরন্তু এই গ্যাসটিতে জলন্ত কাঠি এবং অত্যন্ত পদার্থের প্রজ্জ্বলন অতি দ্রুত তৎপরতার সহিত সম্পন্ন হয়। অর্থাৎ, ইহা অক্সিজেন। এই গ্যাসের সহিত পূর্বোক্ত নাইট্রোজেন মিশাইলে আবার বায়ু পাওয়া যায়। ল্যাবয়সিয়র এইরূপে বাতাসে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের অস্তিত্ব প্রমাণ করেন এবং উহাদের পৃথকীকরণে সক্ষম হইলেন।

অক্সিজেন ব্যতিরেকে আমাদের জীবন ধারণ সম্ভব হইত না। দেহাভ্যন্তরস্থ বিভিন্ন খাত্ত্রব্যের মুহূদহন\* অক্সিজেনের সাহায্যেই নিষ্পন্ন হয়। অক্সিজেনের অভাব হইলে প্রাণীজগৎ লোপ পাইবে। অক্সিজেন গ্রহণ করিয়া জীবজন্তু কার্বন ডাই-অক্সাইড ফিরাইয়া দেয়। পক্ষান্তরে, উদ্ভিদসমূহ কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করে ও অক্সিজেন ফিরাইয়া দেয়। এই দুই জগতের ভিতরে মোটামুটি একটি সমতা আছে বলিয়াই বাতাসে অক্সিজেনের পরিমাণ সর্বদাই আনুমানিক এক-পঞ্চমাংশ থাকে।

বাতাসে যদি নাইট্রোজেন না থাকিত তবে শ্বাস প্রশ্বাসের সহিত অবিমিশ্র অক্সিজেন গ্রহণের ফলে জীবদেহের অভ্যন্তরস্থ দহন-ক্রিয়া অতি দ্রুত সম্পন্ন হইত এবং জীবনধারণ অতীব কষ্টকর হইত। অক্সিজেনের সহিত নাইট্রোজেন মিশ্রিত থাকায় শ্বাসকার্য ও তজ্জনিত দহন-ক্রিয়া স্থূল ও নিয়মিতরূপে হইতে পারে।

\*খাত্ত্রব্যের জারণকে সাধারণতঃ দহন বলিয়া উল্লেখ করা হয়, যদিও এই ক্রিয়াতে কোন আলোকশিখা উৎপন্ন হয় না।

১৮-২। বায়ু একটি মিশ্র পদার্থঃ বায়ুতে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন মিশ্রিত অবস্থায় আছে, ইহা কোন যৌগিক পদার্থ নহে। নানা উপায়ে ইহা প্রমাণ করা যাইতে পারে। এ বিষয়ে নিম্নোক্ত যুক্তিগুলি বিশেষ প্রণিধানযোগ্য।

(১) বায়ুর উপাদানগুলির অল্পপাত বিভিন্ন স্থানে ও বিভিন্ন সময়ে এক নয়। বায়ু যদি অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের যোগ হইত তাহা হইলে উহাদের কোন অবস্থাতেই অল্পপাতের ব্যতিক্রম হইতে পারিত না। বায়ুতে আয়তন হিসাবে মোটামুটি চারিভাগ নাইট্রোজেন ও একভাগ অক্সিজেন আছে, অর্থাৎ উহাদের যোগের সংকেত হওয়া উচিত  $N_4O$  এবং অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুযায়ী বায়ুর ঘনত্ব হইবে ৩৬, কিন্তু বস্তুতঃ বায়ুর ঘনত্ব মাত্র ১৪.৪। সুতরাং বাতাস অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের যোগ হইতে পারে না।

(২) চারিভাগ নাইট্রোজেন একভাগ অক্সিজেনের সহিত মিশ্রিত হইলে কোনরকম তাপ-বিনিয়য়ের লক্ষণ দেখা যায় না এবং মিশ্রিত পদার্থটি ঠিক বাতাসের মত গুণসম্পন্ন হইয়া থাকে।

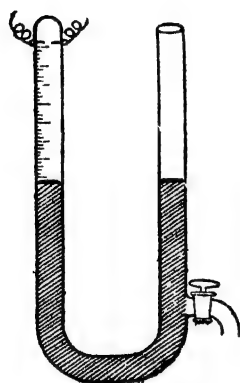
(৩) স্বাভাবিক অবস্থায় বাতাসে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের আয়তন-অল্পপাত = ১ : ৪, কিন্তু বাতাসের জলীয় দ্রবণে অক্সিজেনের পরিমাণ পূর্বাপেক্ষা অধিক দেখা যায়। দ্রবীভূত বাতাসে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের আয়তন-অল্পপাত মোটামুটি ১ : ২। বাতাস যৌগিক পদার্থ হইলে এরূপ হওয়া সম্ভব নয়।

(৪) বাতাসের উপাদানগুলি অতি সহজেই পৃথক করা সম্ভব। (ক) বাতাসকে অত্যন্ত শীতল করিয়া অতিরিক্ত চাপে উহাকে প্রথমতঃ তরলিত করা হয়। তরল বাতাসকে আংশিক পাতন করিলে প্রথমে নাইট্রোজেন বাষ্পীভূত হইয়া পৃথক হইয়া যায়। (খ) একটি সচ্ছিন্ন পসেলীনের নলের ভিতর দিয়া বাতাস পরিচালনা করিলে পর্দেলীনের ভিতর দিয়া অক্সিজেনের তুলনায় অধিকতর নাইট্রোজেন বাহির হইয়া আসে। বাতাস যৌগ-পদার্থ হইলে এরূপ হইতে পারে না।

এই সকল কারণেই বাতাসকে একটি মিশ্রণ বলিয়া মনে করা হয়।

## ১৮-৩। বায়ুর উপাদানসমূহের সংযুতি নির্ধারণ।

**আয়তন-সংযুতি (Volumetric Composition) :** একটি অংশাঙ্কিত U-আকৃতির গ্যাসমান যন্ত্রের (eudiometer) সাহায্যে এই পরিমাপ করা হয়। উহার একটি বাহুর মুখ বন্ধ থাকে এবং এই আবদ্ধ প্রান্তে দুইটি প্লাটিনামের তার বাহির হইতে প্রবেশ করাইয়া কাচের সহিত জুড়িয়া দেওয়া হয় (চিত্র ১৮-গ)। U-নলটির অপর বাহুর নীচের দিকে একটি স্টপককযুক্ত নির্গম-নল লাগান থাকে। U-নলটি প্রথমে সম্পূর্ণ পারদে ভর্তি করিয়া লইয়া উহার আবদ্ধ বাহুতে পারদের উপর থানিকটা কার্বন



চিত্র ১৮গ  
বায়ুর আয়তন-সংযুতি

ডাই-অক্সাইড-মুক্ত বাতাস প্রবেশ করান হয়। নির্গম-নলের সাহায্যে কিছু পারদ বাহির করিয়া দিয়া উভয় বাহুর পারদ সমতলে আনিয়া মধ্যস্থ বায়ুর আয়তন জানিয়া লওয়া হয়। তৎপর আবদ্ধ বাহুতে কিছু পরিমাণ বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন প্রবেশ করান হয় এবং আবার পারদ সমতলে আনিয়া বায়ু ও হাইড্রোজেন-মিশ্রণের আয়তন স্থির করা হয়। অতঃপর নির্গম-নলের সাহায্যে অনেকটা পারদ বাহির করিয়া মিশ্রণের চাপ খুব কমাইয়া দেওয়া হয় এবং প্লাটিনাম তার দুইটি একটি আবশ-কুণ্ডলীর সহিত যুক্ত করা হয়। ইহার ফলে গ্যাস-মিশ্রণের ভিতর বিদ্যুৎ-স্ফুলিঙ্গের সৃষ্টি

হয় এবং তাহাতে বাতাসের অক্সিজেন হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া জল উৎপন্ন করে। যে পরিমাণ হাইড্রোজেনে বাতাসের সমস্তটুকু অক্সিজেন জলে পরিণত হয় তাহার চেয়েও অধিক পরিমাণ হাইড্রোজেন দেওয়া প্রয়োজন। শীতল হইয়া U-নলটি পূর্ব উষ্ণতায় ফিরিয়া আসিলে জলীয় বাষ্পটুকু তরল জলে পরিণত হইবে। এই তরল জলের আয়তন বস্তুতঃ কিছুই নয়। অবশিষ্ট গ্যাসে শুধু নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন থাকিবে। দুইটি বাহুর পারদ সমতলে আনিয়া এই পরিত্যক্ত গ্যাসের আয়তন স্থির করা হয়। ইহা হইতেই বাতাসের আয়তন-সংযুতি নির্ধারণ সম্ভব।

গণনা : মনে কর, বাতাসের আয়তন =  $V_1$  ঘন সেন্টিমিটার

বাতাস ও হাইড্রোজেনের আয়তন =  $V_2$  "

অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন =  $V_3$  "

জল উৎপাদনে আয়তন-হ্রাসের পরিমাণ =  $(V_2 - V_3)$  ঘন সেন্টিমিটার

কিন্তু জলে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের আয়তন অনুপাত = ২ : ১

অতএব উপরোক্ত  $V_3$  ঘন সেন্টিমিটার বায়ুতে অক্সিজেনের পরিমাণ

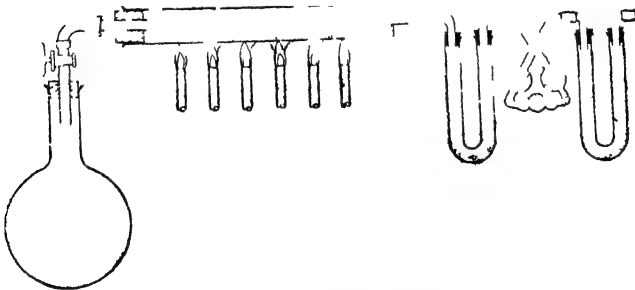
$$= \frac{V_2 - V_3}{2} \text{ ঘন সেন্টিমিটার।}$$

১০০ ঘন সেন্টিমিটার বায়ুতে অক্সিজেনের পরিমাণ

$$= \frac{V_2 - V_3}{V_1} \times 100 \text{ ঘন সেন্টিমিটার।}$$

দেখা গিয়াছে, মোটামুটি বাতাসে অক্সিজেন শতকরা ২১ ভাগ এবং নাইট্রোজেন ৭৮ ভাগ থাকে।

**ওজন-সংযুতি ( Gravimetric Composition )।** ডুমার প্রণালী : বাতাসের অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের ওজন-সংযুতি স্থির করার জন্য নিম্নের ( চিত্র ১৮ঘ ) অঙ্করূপ যন্ত্র ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ১৮ঘ—বায়ুর ওজন সংযুতি

এই যন্ত্রের তিনটি বিভিন্ন অংশ আছে। (১) একটি বড় এবং শক্ত কাচের গোলাকার পাত্র লওয়া হয়। উহার মুখে রবার কর্কের সাহায্যে একটি স্টপকক লাগান থাকে। পাম্পের সাহায্যে উহার ভিতরের সমস্ত বাতাস



বাহির করিয়া লইয়া উহাকে বায়ুশূন্য করা হয়। তৎপর এই বায়ুশূন্য পাত্রটির ওজন স্থির করা হয়। (২) একটি দাহ-নল (Combustion tube) ছোট ছোট কপারের চিলাতে ভর্তি করিয়া লওয়া হয়। নলটির উভয় প্রান্তে দুইটি স্টপকক ছুড়িয়া দেওয়া হয়। পাম্পের সাহায্যে তৎপর নলের ভিতর হইতে সমস্ত বাতাস বাহির করিয়া উহার ওজন স্থির করা হয়। অতঃপর কাচের গোলাকাক পাত্রটি ও দাহ-নলটি পুরু রবার-নলেব সাহায্যে যুক্ত করা হয়। (৩) দাহ-নলের অপরপ্রান্তে কয়েকটি ছোট অনার্দ্র ক্যালসিয়াম-ক্লোরাইড পূর্ণ U-নল এবং কয়েকটি পটাস-বাল্ব (potash bulbs) সংযুক্ত করা হয়। এখন দাহ-নলকে একটি চূঙ্গীর (furnace) উপর রাখিয়া খুব উত্তপ্ত করা হয় এবং এই অবস্থায় স্টপককগুলি ঝুং খুলিয়া দেওয়া হয়। ইহাতে ধীরে ধীরে বাতাস বায়ুশূন্য দাহ নলে এবং পরে কাচের গোলকে ঢুকিতে থাকিবে। বাতাস পটাস-বাল্ব এবং U-নলের ভিতর দিয়া অতিক্রম করিয়া উহার কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প দূরীভূত হয়। বাতাস অতঃপর উত্তপ্ত কপারের সংস্পর্শে আসিলে উহার অক্সিজেন কপারের সহিত সংযোজিত হইয়া কপার-অক্সাইডে পরিণত হয়। নাইট্রোজেন গোলকে সঞ্চিত হয়। গোলকটি নাইট্রোজেন-পূর্ণ হইলে স্টপককগুলি বন্ধ করিয়া বায়ুপ্রবাহ রোধ করা হয়। ষট্টি নীতল হইয়া পূর্ব উষ্ণতায় আসিলে পৃথক ভাবে গোলকটি এবং দাহ-নলটি ওজন করা হয়। তারপর পাম্পের সাহায্যে দাহ-নলের নাইট্রোজেন বাহির করিয়া ফেলিয়া আবার উহার ওজন লওয়া হয়। ইহা হইতেই ওজন-সংযুতি স্থির করা সম্ভব।

গণনা : মনে কর, বায়ুশূন্য গোলকের ওজন =  $w_1$  গ্রাম

নাইট্রোজেন-পূর্ণ গোলকের ওজন =  $w_2$  গ্রাম

.. গোলকের এতদ্ব্যতীত নাইট্রোজেনের ওজন =  $(w_2 - w_1)$  গ্রাম

বায়ুশূন্য এবং কপার-পূর্ণ দাহ নলের ওজন =  $w_3$  গ্রাম

নাইট্রোজেন, কপার ও উহার অক্সাইড-পূর্ণ দাহ-নলের ওজন =  $w_4$  গ্রাম

(নাইট্রোজেনশূন্য) কপার ও কপার অক্সাইড সহ দাহ-নলের ওজন =  $w_5$  গ্রাম

.. দাহ নলের নাইট্রোজেনের ওজন =  $(w_4 - w_5)$  গ্রাম

.. সম্পূর্ণ নাইট্রোজেনের ওজন =  $(w_2 - w_1) + (w_4 - w_5)$  গ্রাম

অক্সিজেনের ওজন =  $(w_3 - w_6)$  গ্রাম

∴ বাতাসের ওজন = অক্সিজেনের ওজন + নাইট্রোজেনের ওজন

$$= (w_5 - w_3) + (w_2 - w_1) + (w_4 - w_5) \text{ গ্রাম}$$

$$\therefore \text{বাতাসে অক্সিজেন শতকরা} \frac{100 \times (w_5 - w_3)}{w_5 - w_3 + w_2 - w_1 + w_4 - w_5} \text{ ভাগ,}$$

$$\text{এবং নাইট্রোজেন শতকরা} \frac{100 \times (w_2 - w_1 + w_4 - w_5)}{w_5 - w_3 + w_2 - w_1 + w_4 - w_5} \text{ ভাগ আছে।}$$

পরীক্ষার দেখা যায়, ওজন গ্রন্থপাতে মোটামুটি, অক্সিজেন ২০% এবং নাইট্রোজেন ৭৭%।

বলা বাহুল্য, এই নাইট্রোজেনের সহিত নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহ বর্তমান থাকে।

### ১৮-৪। নিষ্ক্রিয় গ্যাস (Inert gases) : ১৮৯৪ খ্রীষ্টাব্দে র্যালে (Raleigh)

দেখিতে পাইলেন যে বায়ু হাইড্রো প্রস্তুত নাইট্রোজেনের প্রতি লিটারে ওজন ১২২৭২ গ্রাম, কিন্তু বাসায়নিক উপায়ে উৎপন্ন নাইট্রোজেনের ওজন, ১২৪০৫ গ্রাম। বায়বীয় নাইট্রোজেন এবং বাসায়নিক উপায়ে প্রস্তুত নাইট্রোজেনের মধ্যে এই বৈষম্য বিভিন্ন পরীক্ষাতেই সমর্থিত হওয়াতে, বালে মনে করিলেন যে বায়ুর নাইট্রোজেন আদ্য কোন গ্যাস নিশ্চয়ই বর্তমান আছে। পরবর্তীকালে পুঙ্খানুপুঙ্খরূপে পরীক্ষা করিয়া দেখা গেল বায়ুতে আরও পাঁচটি গ্যাস সামান্য পরিমাণে বর্তমান। এই গ্যাসগুলি কোন একম পদার্থের সহিত ক্রিয়া করে না। ইহাদের বলা হয় নিষ্ক্রিয় গ্যাস। অর্থাৎ কোন মৌলের সহিত যুক্ত হয় না বলিয়া উহাদিগকে যোজ্যতাহীন বা শূন্যবালকী (zero valent) মৌল বলা হয়।

	চিহ্ন	বাতাসে আয়তনের অনুপাত (শতকরা)
হিলিয়াম (Helium)	He	০.০০৫
নিয়ন (Neon)	Ne	০.০১৮
আর্গন (Argon)	Ar	০.৯৩৩
কৃপ্টন (Krypton)	Kr	০.০০৫
ক্সেনন (Xenon)	Xe	০.০০০০৬

### নাইট্রোজেন

সংকেত =  $N_2$ ।

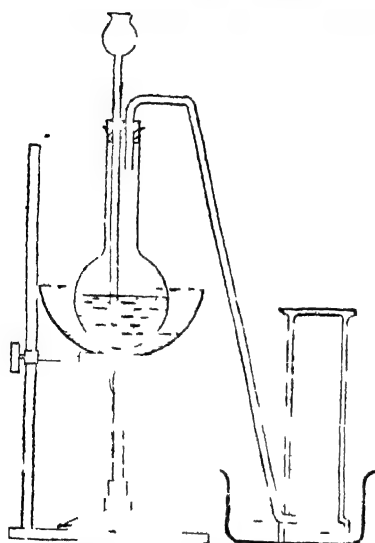
পারমাণবিক গুরুত্ব = ১৪.০০৮।

পরমাণু-ক্রমাঙ্ক = ৭।

বাতাসে মৌলিক অবস্থায় প্রচুর পরিমাণ নাইট্রোজেন বর্তমান। নাইট্রোজেনের বিভিন্ন যৌগও প্রকৃতিতে বহুদেখা যায়। উদ্ভিদ ও প্রাণীদেহের বিভিন্ন প্রোটিনগুলি সবই নাইট্রোজেনের যৌগিক পদার্থ। চিলির উপকূলে যে প্রচুর নাইটার খনিজ (Chile nitre) পাওয়া যায় তাহা প্রধানতঃ নাইট্রোজেনের যৌগিক পদার্থ, সোডিয়াম নাইট্রেট ( $NaNO_3$ )।

১৮-৫। প্রস্তুতি : নাইট্রোজেন প্রস্তুত করিতে নিম্নলিখিত দুইটি উপায় অবলম্বন করা যাইতে পারে :—

- (১) অ্যামোনিয়া বা অ্যামোনিয়াম লবণের বিশ্লেষণ দ্বারা, অথবা
- (২) বায়ু হইতে অক্সিজেন দূরীভূত করিয়া।

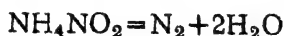
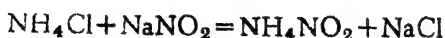


চিত্র ১৮৫—নাইট্রোজেন প্রস্তুতি

### ল্যাবরেটরী পদ্ধতি :

- (১) ল্যাবরেটরীতে সচরাচর অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইটের দ্রবণ উত্তপ্ত করিয়া নাইট্রোজেন তৈয়ারী করা হয়। অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইটের বিয়োজন অনেক সময় সংঘত করা সুকঠিন এবং বিস্ফোরণ হওয়ার সম্ভাবনা থাকে বলিয়া উহার পরিবর্তে সোডিয়াম নাইট্রাইট ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ মিশ্রিত করিয়া লওয়া হয়। ঈষৎ উত্তপ্ত করিলেই

উহা হইতে নাইট্রোজেন উৎপন্ন হয়। কারণ, অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও সোডিয়াম নাইট্রাইট একত্র হইয়া অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট সৃষ্টি করে এবং ইহা বিয়োজিত হইয়া যায়।

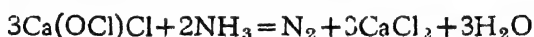
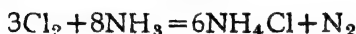


একটি গোল বূপীতে তুলা পরিমাণ অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও সোডিয়াম নাইট্রাইটের দ্রবণ লইয়া উহার মুখটি কর্ক দ্বারা আঁটিয়া দেওয়া হয়। কর্কেব ভিতর দিয়া একটি দীর্ঘনাল-ফানেল ও একটি বাকান নির্গম-নল লাগাইয়া দেওয়া হয়। দীর্ঘনাল-ফানেলের ভিতরের মুখটি দ্রবণে নিমজ্জিত থাকা চাই। নির্গম-নলের বহিঃপ্রান্তটি একটি গ্যাস-দ্রোণীর জলে প্রবেশ করাইয়া দেওয়া হয়। একটি জলপূর্ণ গ্যাসজার এই নলের মুখে উপড় করিয়া রাখা হয়। বূপীটিকে কতঃপর একটি জলগাহে বসাইয়া অল্প অল্প গবম করিলেই নাইট্রোজেন উৎপন্ন হয় এবং নির্গম-নল

দিয়া বাহিব হইয়া গ্যাসজাবে সঞ্চিত হইতে থাকে। যদি বিক্রিয়াটি দ্রুতবেগে হইতে থাকে তবে কুপীটিক ঠাণ্ডা জলে বসাইয়া শীতল করিয়া উহা নিষ্প্রিত করা হয়। এই নাইট্রোজেনে স্বল্প পৰিমাণ ক্লোরিন, অ্যামোনিয়া এবং নাইট্রোজেন-অক্সাইড মিশ্রিত থাকিতে পারে। কোন তীব্র স্ফাবের ভিত্তব দিয়া প্রবাহিত করিয়া এই নাইট্রোজেনকে ধৌত করিয়া লইলেই এই সকল পদার্থ দূর হয়। জলীয় বাষ্প দূর করিতে হইলে ইহাকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড-পূর্ণ গ্যাস-ধাবকেব ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিতে হইবে। এইভাবে বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন পাওয়া যাইতে পারে।

অ্যামোনিয়ার জাবণেব দ্বাবা নাইট্রোজেন প্রস্তুত করা সম্ভব।

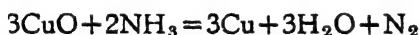
(ক) ক্লোবিনেব অথবা “বিরঞ্জক চৰ্ণেব” (Bleaching powder) সাহায্যে অ্যামোনিয়াকে জাবিত কবা যায় :—



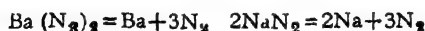
(খ) অ্যামোনিয়া গ্যাস ও বাতাসের মিশ্রণ যদি একটি কপার-ছিলা-পূর্ণ উত্তপ্ত নলের ভিত্তব দিয়া প্রবাহিত কবা হয়, তাহা হইলে উহা হইতে নাইট্রোজেন পাওয়া যায়। বায়ুর অক্সিজেন দ্বাবা কপাব কপাব-অক্সাইডে পৰিণত হয় এবং এই কপার-অক্সাইড অ্যামোনিয়াকে জাবিত করিয়া নাইট্রোজেন উৎপন্ন করে।



(বাতাস)



বেরিয়াম অ্যাক্সাইড বা সোডিয়াম অ্যাক্সাইডেব তাপ-বিশ্লেষণে অতি সহজে বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন প্রযাবী কবা যায়



নায়ু হতে নাইট্রোজেন প্রস্তুত করার প্রণালী পূর্বেই আলোচিত হইয়াছে।

(ব) ফসফোর, কার্বন, নালঙ্কার প্রভৃতি সহজদাহ্য পদার্থ কোন আবদ্ধ বায়ুত পোড়াইয়া অক্সিজেন সবাইবা লওয়া হইবে এবং নাইট্রোজেন পাওয়া যায়।

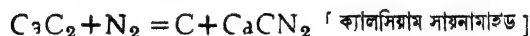
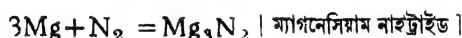
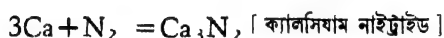
(গ) উত্তপ্ত অবস্থায় কপার পরিপূর্ণ একটি নলের ভিত্তব দিয়া বাতাস ধীবে ধীবে বাবংবাব পরিচালিত করিলে কপাব উহাব অক্সিজেন সম্পূর্ণরূপে শোষণ করিয়া কপাব অক্সাইডে পৰিণত হয় এবং নাইট্রোজেন গ্যাস অবিকৃত থাকিয়া যায়।

(ঘ) অত্যধিক চাপে এবং খুব কম উষ্ণতায় ( $-120^\circ$  সেন্টিগ্রেড) বাতাস তরলিত করিয়া লইয়া উহাব আংশিক পাতন করিলে প্রথমে নাইট্রোজেন কেবল বাষ্পীভূত হয়। এইভাবে

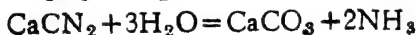
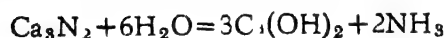
তরল বাতাস হইতে নাইট্রোজেন পৃথক করা হয়। অধিক নাইট্রোজেন প্রযোজন হইলে এই পদ্ধতিই সর্বোৎকৃষ্ট।

১৮-৬। নাইট্রোজেনের ধর্ম : নাইট্রোজেন বর্ণহীন, গন্ধহীন, গ্যাসীয় পদার্থ। উহার ঘনত্ব প্রায় বাতাসের ঘনত্বের সমান এবং জলে উহার দ্রাব্যতা নিতান্তই কম। সাধারণ উষ্ণতায় নাইট্রোজেনের কোনরূপ রাসায়নিক সক্রিয়তার পরিচয় পাওয়া যায় না। কোন মৌল বা যৌগের সহিত সাধারণ উষ্ণতায় ইহা যুক্ত হয় না। ইহা নিজেও দাহ্য নয় এবং অপরের দহন-সহায়কও নয়।

(১) Ca, Mg প্রভৃতি কোন কোন ধাতু এবং ক্যালসিয়াম কার্বাইড যৌগ নাইট্রোজেন গ্যাসে উদ্ভূত করিলে উহাদের সহিত নাইট্রোজেন যুক্ত হয়। যথা.—

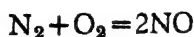


এই সমস্ত উদ্ভূত পদার্থ জলে আর্দ্র-বিপ্লবিত হইয়া অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে :—



(২) অতিরিক্ত চাপে ( ২০০ অ্যাটমস্ফিয়ার ) এবং প্রায় ৫৫০ সেণ্টিগ্রেড উষ্ণতায়, লৌহচূর্ণের প্রভাবে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের রাসায়নিক মিলনে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়।  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$

(৩) বিদ্যুৎশক্তির দ্বারা প্রায় ৩০০০ সেণ্টিগ্রেড উদ্ভূত করিলে নাইট্রোজেনের সহিত অক্সিজেন মিলিত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয় :—



নাইট্রোজেনের ব্যবহার : (১) অ্যামোনিয়া নাইট্রোলিম প্রভৃতি প্রস্তুতিতে প্রচুর নাইট্রোজেন প্রযোজন হয়। (২) বৈদ্যুতিক বাল্বের ভিতবে এবং গ্যাস থার্মোমিটারে নাইট্রোজেন ব্যবহৃত হয়।

## উনবিংশ অধ্যায়

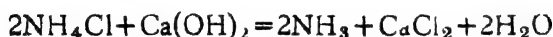
### নাইট্রোজেনের যৌগসমূহ

#### অ্যামোনিয়া, $\text{NH}_3$

নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের যৌগসমূহের মধ্যে অ্যামোনিয়াই প্রধান।

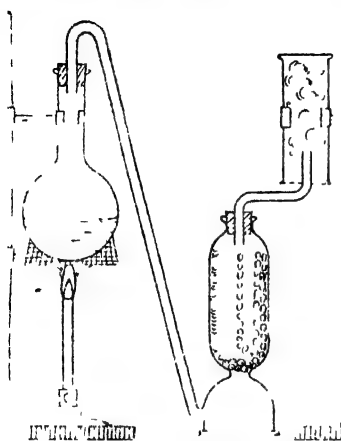
সেইভাবে কখনও কখনও স্বল্প পরিমাণে অ্যামোনিয়া পাওয়া যায়। উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহের ক্ষয় ও পচনের ফলে ভূমিতে অ্যামোনিয়া এবং অ্যামোনিয়াঘটিত লবণ পাওয়া যায়। শ্রোটনের উপর বাকটরিয়াব ক্রিয়াব ফলেই এই অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়।

১৯-১। প্রস্তুতি : ল্যাবরেটরী পদ্ধতি : সাধারণতঃ অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের উপর কোন ক্ষারক জাতীয় পদার্থের বিক্রিয়া ঘটাইয়া অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করা হয়। ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড বা কলিচুন ক্ষারক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।



একটি গোল কুপীতে সমপরিমাণ অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড উত্তমরূপে মিশ্রিত করিয়া লইয়া উত্তপ্ত করা হয়। কুপীর মুখটি নির্গম-নল সহ একটি কর্কের দ্বারা আটকিয়া দেওয়া হয়। নির্গম-নলের অপব-প্রান্তটি একটি কলিচুনের টাওয়ারের (lime tower) সহিত যুক্ত থাকে। চুনের টাওয়ারের উপরে একটি বাঁকা-নল সংযুক্ত থাকে। এই নলের উপর একটি গ্যাসজার উপড় করিয়া রাখা হয়। উত্তাপের ফলে যে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয় তাহা নির্গম-নল দিয়া আসিয়া চুনের টাওয়ারে প্রবেশ করে। চুনের ভিতর দিয়া যাওয়ার ফলে অ্যামোনিয়ার সহিত কোন জলীয় বাষ্প থাকিলে তাহা কলিচুন শোষণ করিয়া লয়। অ্যামোনিয়া আসিয়া গ্যাস-

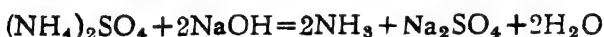
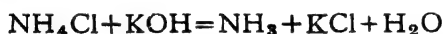
জারে সঞ্চিত হয় (চিত্র ১২ ক)। এই ক্ষেত্রে সালফিউরিক অ্যাসিড বা



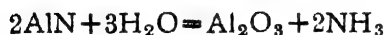
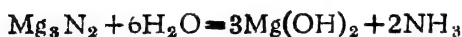
চিত্র ১২ ক—অ্যামোনিয়া প্রস্তুতি

ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড জলীয় বাষ্প দ্রবীকরণের জন্য ব্যবহৃত হয় না, কারণ ইহাদের উভয়ের সহিতই অ্যামোনিয়া রাসায়নিক বিক্রিয়া করে। অ্যামোনিয়া বাতাস অপেক্ষা অনেক লঘু বলিয়া উহা গ্যাসজার হইতে বাতাসকে নীচের দিকে ঠেলিয়া দিয়া উহাতে সঞ্চিত হইতে পারে। অ্যামোনিয়া ভলে অত্যন্ত দ্রবণীয়, সেইজন্য ইহাকে জলের অপসারণ-দ্বারা গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা যায় না।

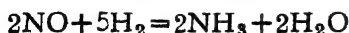
অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের পরিবর্তে অন্য কোন অ্যামোনিয়া-ঘটিত লবণ এবং চুনের পরিবর্তে অন্যান্য ক্ষারক ব্যবহার করিলেও অ্যামোনিয়া পাওয়া যাইবে। যেমন :—



(২) জলে ফুটাইলে বা উত্তপ্ত জলীয় বাষ্পের সংস্পর্শে আসিলে দাতব নাইট্রাইড আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়া অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে, যথা :—



(৩) উত্তপ্ত প্রাণিনামের প্রভাবে নাইট্রোজেনের অক্সাইড হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত হইয়া অ্যামোনিয়াতে পরিণত হয়।

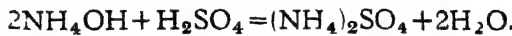
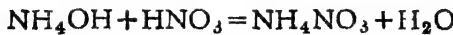
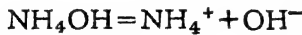


অধিক পরিমাণে অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করিতে হইলে কতকগুলি বিশেষ পদ্ধতি অবলম্বিত হয়। উহাদের বিস্তৃত আলোচনা পরে করা হইবে।

১৯২। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড : (১) অ্যামোনিয়া একটি বাঁঝালো-গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস। ইহা বাতাস অপেক্ষা অনেক হালকা (ঘনত্ব = ৮.৫)।

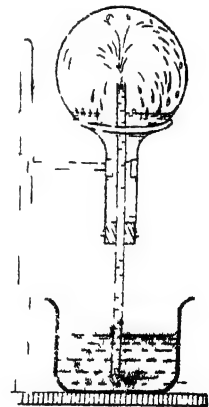
(২) অ্যামোনিয়া জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়। এক ঘন সেন্টিমিটার জলে শূন্য ডিগ্রী উষ্ণতায় প্রায় ১৩০০ ঘন সেন্টিমিটার গ্যাস দ্রবীভূত হয়। জলে অ্যামোনিয়ার গাঢ় দ্রবণকে “লাইকার অ্যামোনিয়া” (Liquor ammonia) বলা হয়।

অ্যামোনিয়া জলে দ্রবীভূত হওয়ার সময় জলের সহিত সংযুক্ত হইয়া অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে। ইহা একটি ক্ষার। সুতরাং, অ্যামোনিয়াকে ক্ষারক দ্রব্য হিসাবে গণ্য করা হয়। অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড বিয়োজিত হইয়া  $\text{OH}^-$  আয়ন উৎপন্ন করে, লাল লিটমাসকে নীল রঙে পরিণত কবে এবং বিভিন্ন অ্যাসিডের সহিত মিলিত হইয়া লবণ ও জলের সৃষ্টি করে।



পরীক্ষা : এক টব বা কাগজ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে সিদ্ধ করিয়া একটি অ্যামোনিয়া পূর্ণ গ্যাসজারে ছাড়িয়া দিলে তৎক্ষণাৎ প্রচুর সাদা ধোঁয়ার সৃষ্টি হইবে। বস্তুতঃ সাদা ধোঁয়াটি এতি ক্ষুদ্র অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড কণা সমষ্টি। অ্যামোনিয়া ৭ হাইড্রোজেন ক্লোরাইড এই দুইটি গ্যাস সংস্পর্শে আসিলেই তাহারা যুক্ত হইয়া অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।  $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$

পরীক্ষা : একটি গোল কুপীতে অ্যামোনিয়া ভর্তি করিয়া উহার মুখটি একটি কর্ক দিয়া আটাইয়া দিতে হইবে। কর্কের ভিতবে স্টপককযুক্ত একটি কাচনল লাগান থাকে, একটি বড় পাত্রে লাল লিটমাসের দ্রবণ লওয়া হয় এবং কুপীটিকে উহার উপর রাখিয়া কাচনলের মাথাটি লিটমাসে ডুবাইয়া দেওয়া হয়। স্টপককটি খুলিয়া কুপীটিকে একটু ঠাণ্ডা করিলেই লিটমাস দ্রবণ নলের ভিতর দিয়া কুপীতে প্রবেশ করিতে থাকে। অ্যামোনিয়া সংস্পর্শে আসিলেই লাল লিটমাস নীল হইয়া যায় এবং অ্যামোনিয়া জলে দ্রবীভূত হয়। যলে কুপীর অগ্রভাগে চাপ কমিয়া যায় এবং বাতিরের লাল লিটমাস দ্রবণ বেগে ভিতবে প্রবেশ করিয়া একটি ফোয়ারা সৃষ্টি করে। অ্যামোনিয়ার ক্ষারবাহক এবং জলে উহার অত্যধিক দ্রাব্যতা উভয়ই এই পরীক্ষাতে প্রমাণিত হয় (চিত্র ১৯খ)। এই পরীক্ষাটিকে অনেক সময় “ফোয়ারা-পরীক্ষা” বলা হয়।



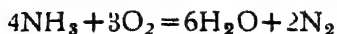
চিত্র ১৯খ

অ্যামোনিয়ার দ্রাব্যতা।

(৩) অ্যামোনিয়া অপরের দহনে সাহায্য করে না, এবং স্বভাবতঃ নিজেও অদাহ্য। কিন্তু অবিমিশ্র

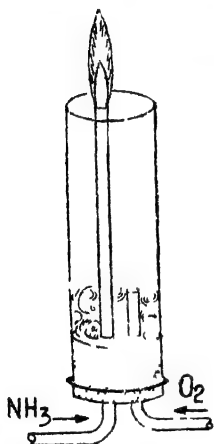


অক্সিজেনের ভিতর অ্যামোনিয়া সহজেই দীপ্ত হুদুং রংয়ের শিখাসহ জ্বলিতে থাকে।



**পরীক্ষা :** একটি প্রশস্ত নলের নীচের মুখটি কবঁ দ্বারা বন্ধ করিয়া উহাতে দুইটি বাকান সন্ক কাচেব নল লাগান হয় (চিত্র ১৯গ)। উহাদের একটি অপেক্ষাকৃত লম্বা এবং উহার ভিতর দিয়া শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রবাহিত করা হয়। অপর নলটি অপেক্ষাকৃত ছোট এবং অক্সিজেন বহন করিয়া থাকে। অতঃপর প্রথম নলটির মুখ হইতে নির্গত অ্যামোনিয়া গ্যাসে অংশুণ ধরাইবা দ্বিগুণ অ্যামোনিয়া আস্তে আস্তে জ্বলিতে থাকে।

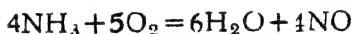
(৪) অ্যামোনিয়া স্বভাবতঃ বিজারণ-গুণসম্পন্ন না হইলেও কোন কোন অবস্থায় উহা সহজেই জারিত হইয়া নাইট্রোজেন বা উহার অক্সাইডে পরিণত হয়।



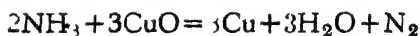
চিত্র ১৯গ

অ্যামোনিয়া দহন

(ক) বাতাস বা অক্সিজেনের সহিত মিশ্রিত অবস্থায় অ্যামোনিয়া যদি উত্তপ্ত প্রাটিনাম-জালির (প্রভাবক) উপর দিয়া প্রবাহিত করা হয়, তাহা হইলে অ্যামোনিয়া নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়। আধুনিক নাইট্রিক অ্যাসিড শিল্প এই বিক্রিয়ার উপর নির্ভর করে।

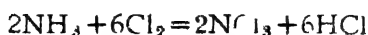
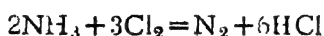


(খ) উত্তপ্ত কপার-অক্সাইডের উপর দিয়া অ্যামোনিয়া পরিচালনা করিলে অ্যামোনিয়া জারিত হইয়া নাইট্রোজেনে পরিণত হয়।

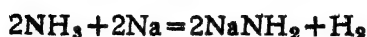


(গ) ক্লোরিন ও অ্যামোনিয়ার রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলেও নাইট্রোজেন উৎপন্ন হয়।

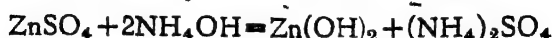
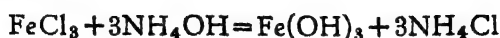
অ্যামোনিয়ার পরিমাণ বেশী থাক। প্রয়োজন, কারণ অ্যামোনিয়া কম থাকিলে বিক্ষোৰক নাইট্রোজেন টাই-রোরাইড হইবে :—



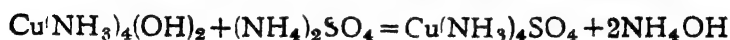
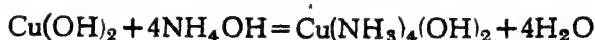
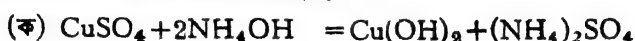
(৫) শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস উত্তপ্ত সোডিয়াম ধাতুর উপর দিয়া পরিচালনা করিলে সোডামাইড (Sodamide) পাওয়া যায়।



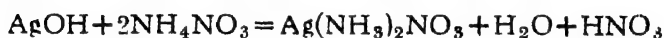
(৬) অ্যামোনিয়ার জলীয় দ্রবণ অর্থাৎ অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড বিভিন্ন ধাতব লবণের দ্রবণের সহিত বিক্রিয়ার ফলে ভিন্ন ভিন্ন হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত করে :—



(৭) কোন কোন লবণের দ্রবণের সহিত অতিরিক্ত পরিমাণ অ্যামোনিয়ার বিক্রিয়ার ফলে জটিল লবণের সৃষ্টি হয়, যথা :—

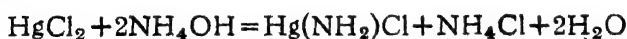


(কিউপারোনিয়াম সালফেট)



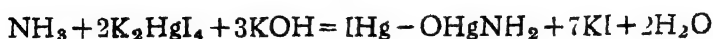
(সিলভার নাইট্রেট অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড)

(৮) মারকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণ ও অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড একত্র করিলে একটি সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। ইহাকে অ্যামিনো-মারকিউরিক ক্লোরাইড বলে :—



(৯) ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড, জিক ক্লোরাইড প্রভৃতি যৌগের সহিত অ্যামোনিয়া সংযুক্ত হইয়া যুত-যৌগিক সৃষ্টি করে, যথা :—  $\text{CaCl}_2, 8\text{NH}_3$ ।

(১০) অ্যামোনিয়া নেসলার দ্রবণের (Nessler's solution) সংস্পর্শে আসিলেই তাহাতে রংয়ের অধঃক্ষেপ দেয়।

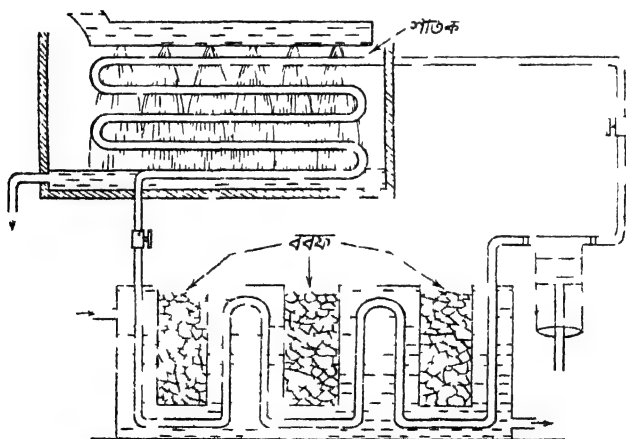


নেসলার দ্রবণ

বিশিষ্ট বায়বাল গন্ধ, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত সাদা ধোঁয়া উৎপাদন এবং নেসলার দ্রবণের সহিত ক্রিয়া এই তিনটি উপায়ে অ্যামোনিয়ার অস্তিত্ব সাধারণতঃ নির্ধারণ করা হয়।

**অ্যামোনিয়াম ব্যবহার :** (১) অ্যামোনিয়া ক্ষারক হিসাবে ল্যাবরেটরীতে অবশ্যই প্রয়োজন। (২) সল্ভে প্রণালীতে সোডা তৈয়ারী করার জগুও অ্যামোনিয়ার প্রয়োজন হয়। (৩) জমিতে সার হিসাবে  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  প্রভৃতি বিভিন্ন অ্যামোনিয়াম লবণ ব্যবহৃত হয়। এগুলি অ্যামোনিয়া ও ভিন্ন ভিন্ন অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন। (৪) বর্তমানে অ্যামোনিয়া জারিত করিয়া নাইট্রিক অ্যাসিড তৈয়াবী কবা হয়। এইজগুই আজকাল অ্যামোনিয়াব চাহিদা খুব বেশী।

বরফ তৈয়াবী করার সময় জল শীতল করার উদ্দ্য অ্যামোনিয়ার প্রয়োজন হয়। প্রথমতঃ অতিবিক্ত চাপে অ্যামোনিয়াবে তরল কবিয়া লওয়া হয়। তৎপব চাপ হঠাৎ কমাইয়া দিয়া সৰু নল নলে তরল কবিয়া তরল অ্যামোনিয়া প্রবাহিত কবা হয়। চাপ বমানোব ফলে উহা দ্রুত উদ্ভাসিত হইতে থাকে। এষ্ট নলশৃংখা চাবিদ্বিধ টিনেব প্রকোষ্ঠ পবিধাব জল বাধা হয়। তবব অ্যামোনিয়া বাষ্পভবনেব সময় উহা দ্রুত হঠাৎ প্রচুব শাপ গ্রহণ করে। ফলে জল শীতল হইয়া বরফ পবিধা হয়। এজভাবত বরফ স্খাবা হয়। উদ্ভাসিত অ্যামোনিয়া গ্যাসেব উপব চাপসৃদ্ধি কবিল উহাৰে তরল কবিয়া লওয়া আবাব ব্যবহাব কবা হয়।



চিত্র — ১৮৫ পঞ্জতি

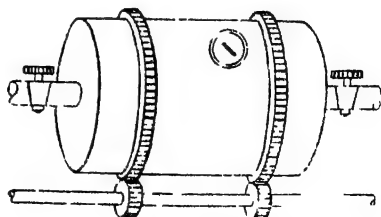
**১৯-৩। অ্যামোনিয়াম শিল্পপদ্ধতি :** অল্প ব্যয়ে অধিক পরিমাণ অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করার কয়েকটি উপায় আছে।

(১) কয়লার অন্তর্ভুক্তপাতন হইতে : কাঁচা কয়লাতে ওজনের শতকরা প্রায় একভাগ নাইট্রোজেন থাকে। লোহার আবদ্ধ পাত্রে রাখিয়া বায়ুর অল্পপস্থিতিতে কয়লাকে উত্তপ্ত করিলে উহার ভিতর হইতে উদ্বায়ী বস্তুসমূহ গ্যাসের আকারে নির্গত হয়। কয়লার এই অন্তর্ভুক্তপাতনের ফলে উহার নাইট্রোজেন অ্যামোনিয়া বা অ্যামোনিয়াম লবণ হিসাবে বাহির হইয়া আসে। উষ্ণতা কমিয়া আসিলে এই গ্যাসের কিয়দংশ তরলীভূত হয় এবং বাকী অংশটি কোল-গ্যাস রূপে থাকিয়া যায়। তরল অংশটি আবার পরে দুইভাগে বিভক্ত হইয়া পড়ে। নীচের দিকে আলকাতরা জাতীয় পদার্থসমূহ জড় হয় এবং উপরের অংশে অ্যামোনিয়ার ও অ্যামোনিয়াম লবণের জলীয় দ্রবণ থাকে। পাতিত পদার্থের জলীয় অংশটুকুকে “অ্যামোনিয়াক্যাল লিকার” (ammoniacal liquor) বলে।

জলীয় অংশটুকুকে পৃথক করিয়া উহাতে স্ত্রীম প্রয়োগ করিলে অ্যামোনিয়া গ্যাস বাহির হইয়া যায়। অ্যামোনিয়া চলিয়া যাওয়ার পর উহাতে চুন মিশাইয়া আবার পাতিত করা হয়। ইহাতে অ্যামোনিয়াম লবণগুলি বিযোজিত হয় এবং আরও অ্যামোনিয়া গ্যাস পাওয়া যায়। এই সকল অ্যামোনিয়া গ্যাস অল্প একটি পাত্রে লইয়া জলে শোষণ করা হয়। এই ভাবে লাহকাব অ্যামোনিয়া প্রস্তুত হইতে পারে। অধিকাংশ ক্ষেত্রেই অ্যামোনিয়া গ্যাস লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিচালনা করিয়া উহাকে অ্যামোনিয়াম সালফেটে পরিণত করা হয়। প্রতি মণ কয়লা হইতে গড়ে প্রায় আধ সের পরিমাণ অ্যামোনিয়াম সালফেট পাওয়া যায়।

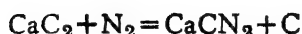
(২) সাইনামাইড প্রণালী (Cyanamide Process) : এই প্রণালীতে প্রথমতঃ চুন ও কোকের সাহায্যে ক্যালসিয়াম কার্বাইড ( $\text{CaC}_2$ ) প্রস্তুত করা হয়।

অতঃপর ক্যালসিয়াম কার্বাইড উত্তমরূপে চূর্ণ করিয়া চুল্লীর ভিতরে শুষ্ক নাইট্রোজেন গ্যাসে  $1100^\circ$  সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করা হয়। এই অবস্থায় ক্যালসিয়াম কার্বাইড নাই-

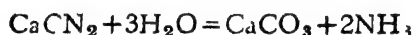


চিত্র ১১৭—সাইনামাইড পদ্ধতি

ট্রোজেনের সহিত ক্রিয়া করিয়া ক্যালসিয়াম সাইনাইড উৎপন্ন করে।



চুল্লী হইতে এসন্ন বর্ণের যে সাইনাইড ও কার্বনের মিশ্রণ পাওয়া যায় তাহাকে “নাইট্রোলিম” (Nitrolim) বলে এবং উহা জমিতে সাররূপে ব্যবহৃত হয়। নাইট্রোলিম হইতে অবশ্য অ্যামোনিয়া বা অ্যামোনিয়াম সালফেটও প্রস্তুত হয়। চূর্ণ অবস্থায় নাইট্রোলিম অটোক্লেভ (Autoclave) যন্ত্রে রাখিয়া উহাতে ৩-৪ অ্যাটমসফিয়ার চাপে স্ত্রীম দেওয়া হয়। ইহার ফলে সাইনাইড হইতে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়।



হেভার প্রণালী (Haber Process) : হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেন সংযোগে অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করার পদ্ধতিটি সার্থক করেন জার্মান রসায়নবিদ হেভার। নির্দিষ্ট চাপ ও উষ্ণতায় উপযুক্ত প্রভাবকেব সাহায্যে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন যুক্ত হইয়া অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করে।



সাধারণতঃ বিস্কৃত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন আয়তনের ১ : ৩ অনুপাতে মিশ্রিত করিয়া ২০০ অ্যাটমসফিয়ার চাপে উত্তপ্ত লৌহচূর্ণ প্রভাবকের উপর দিয়া পরিচালনা করিলে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। প্রভাবকের উষ্ণতা অন্ততঃ ৬০০° সেণ্টিগ্রেড হওয়া প্রয়োজন।

এই বিক্রিয়াটি সফল করিতে হইলে কতকগুলি বিষয়ে সতর্কতা অবলম্বন করা আবশ্যক।

(ক) প্রথমতঃ সাধারণ চাপে ও উষ্ণতায় এই মোল দুইটির ভিত্তর সংযোগ-সাধন সম্ভব নয়। অতিরিক্ত চাপে এই বিক্রিয়াটি নিম্ন করিতে হইবে। সাধারণতঃ বিক্রিয়ার সময় এই গ্যাস-মিশ্রণের চাপ প্রায় ২০০ অ্যাটমসফিয়ার রাখা হয়।

কোন নির্দিষ্ট উষ্ণতায় চাপ বত বৃদ্ধি করা যায়, তত বেশী অ্যামোনিয়া পাওয়ার সম্ভাবনা। অন্ত্যদিকে উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে অ্যামোনিয়ার পরিমাণ কমিতে থাকে। এতদসঙ্গেও সচরাচর এই ক্রিয়াটি  $৫৫০^{\circ}$ – $৬০০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেডে সম্পন্ন করা হয়। কারণ, ইহার চেয়ে কম উষ্ণতায় বেশী অ্যামোনিয়া পাওয়ার সম্ভাবনা থাকিলেও উহা এত সময় সাপেক্ষ যে শিল্পের দিক হইতে বিচারে উহা বাঞ্ছনীয়ও নয়, লাভজনকও নয়।

(খ) বিতীয়তঃ, প্রয়োজনীয় চাপে ও উষ্ণতায় রাখা সত্ত্বেও প্রভাবক ব্যতিরেকে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন সহজে এবং দ্রুত মিলিত হয় না। লৌহচূর এই ক্রিয়াতে উৎকৃষ্ট প্রভাবকের কাজ করে। বর্তমানে লৌহচূরের পরিবর্তে অল্প পটাসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড মিশ্রিত আয়রন অক্সাইডও ( $Fe_2O_3 + Al_2O_3 + K_2O$ ) প্রভাবকরূপে ব্যবহৃত হয়। অবশ্য উত্তপ্ত আয়রন অক্সাইড হাইড্রোজেনের সংস্পর্শে আসিয়া লৌহচূরেই পরিণত হয়।

(গ) তৃতীয়তঃ, মৌলিক উপাদান দুইটি আয়তনের ১ : ৩ অনুপাতে থাকা চাই এবং উপাদানগুলি বিশুদ্ধ অবস্থায় থাকা প্রয়োজন।

জলের বৈদ্যুতিক বিশ্লেষণ হইতে হাইড্রোজেন এবং তরল বায়ুর আংশিক-পাচন হইতে নাইট্রোজেন প্রস্তুত করার রীতি কোন কোন ক্ষেত্রে প্রচলিত। কিন্তু প্রচুর পরিমাণে সস্তায় বিদ্যুৎ সরবরাহ করিতে না পারিলে এই উপায়টি ব্যয়সাধ্য হইয়া পড়ে।

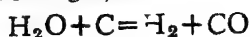
অধিকাংশ ক্ষেত্রেই আজকাল বস্-প্রণালীতে (Bosch Process) হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেন প্রস্তুত করা হয়। লোহিত-তপ্ত কোক-কয়লার উপর দিয়া বায়ু পরিচালনা করিলে উহার সহিত বায়ুর অক্সিজেন মিলিয়া কার্বন মনোক্সাইড হয় এবং নাইট্রোজেন অবিকৃত থাকে। নাইট্রোজেন ও কার্বন মনোক্সাইডের মিশ্রণকে প্রোডিউসার গ্যাস (Producer gas) বলে।



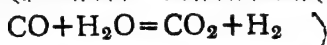
বায়ু

প্রোডিউসার গ্যাস

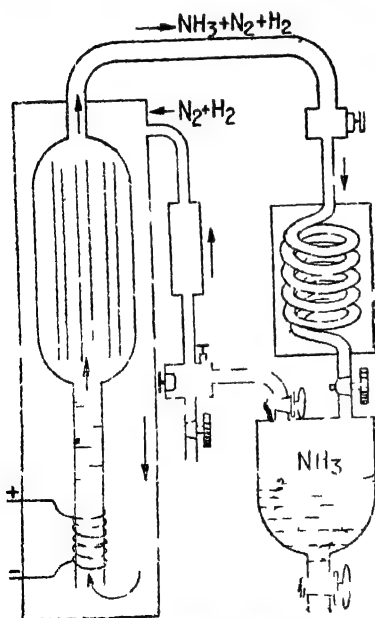
আবাব, ঐবকম উত্তপ্ত কোকের উপর দিয়া স্টিম পরিচালনা করিয়া হাইড্রোজেন ও কার্বন মনোক্সাইড গ্যাসের মিশ্রণ পাওয়া যায়। ইহাকে ওয়াটার গ্যাস (Water gas) বলে—



ওয়াটার গ্যাস ও প্রোডিউসার গ্যাস অতঃপর এমনভাবে মিশ্রিত করা হয় যাহাতে শেষ পর্যন্ত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের আয়তনের অনুপাত ১ : ৩ হয়। এই গ্যাস-মিশ্রণের সহিত আরও অতিরিক্ত পরিমাণ স্টিম মিশাইয়া উহাকে একটি  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  এবং  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  পূর্ণ উত্তপ্ত নলের ভিতর দিয়া লইয়া যাওয়া হয়। ইহার ফলে গ্যাস-মিশ্রণের কার্বন মনোক্সাইড কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। আয়রন ও ক্রোমিয়াম অক্সাইড প্রভাবকের কান্ড করে।



এই নল হইতে যখন গ্যাস বাহির হয়, উহাতে নাইট্রোজেন, হাইড্রোজেন, কার্বন ডাই-অক্সাইড, প্রচুর স্টিম ও স্বল্প-পরিমাণ কার্বন মনোক্সাইড থাকে। ঠাণ্ডা



চিত্র ১০৫—হেভার প্রণালী

হইলেই অধিকাংশ স্টিম ঘনীভূত হইয়া তরল হইয়া যায়। ইহার পব গ্যাসটিকে অতিরিক্ত চাপে জল এবং অ্যামোনিয়াক্যাল কিউপ্রাস ফরমেট দ্রবণের ভিতর লইয়া যাওয়া হয়। ইহাতে সমস্ত কার্বন ডাই-অক্সাইড ও মনোক্সাইড গ্যাস দূরীকৃত হয় এবং নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন পড়িয়া থাকে। নিক্র-দকের সাহায্যে এই নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন বিস্ফোরিত করিয়া অ্যামোনিয়া প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়।)

অ্যামোনিয়ার সংশ্লেষণ ক্রিয়াটি একটি কোম-স্ট্রিলেব পাত্রে সংঘটিত করা হয়। এই পাত্রটির দুইটি

প্রকোষ্ঠ থাকে। আভ্যন্তরীণ কেন্দ্রীয় প্রকোষ্ঠের ছোট ছোট তাকের উপর পর্যাপ্ত পরিমাণে প্রভাবক সজ্জিত থাকে এবং বিদ্যুৎ সাহায্যে উহাকে প্রায় ৫৫০ সেন্টিগ্রেডে রাখা হয়। কেন্দ্রীয় প্রকোষ্ঠ ঘিরিয়া কঙ্কুরের মত উহার চতুর্দিকে একটি বহিঃপ্রকোষ্ঠ আছে। এই বহিঃপ্রকোষ্ঠের ভিতর দিয়া বিশুদ্ধ নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের (১ : ৩) মিশ্রণ ২০০ অ্যাটমসফিয়ার চাপে প্রবাহিত হইয়া অবশেষে অন্তঃ-প্রকোষ্ঠে প্রবেশ লাভ করে এবং প্রভাবকের সংস্পর্শে আসে (চিত্র ১২৬)। ইহার ফলে মিশ্রণের গতকরা প্রায় ৮ ভাগ গ্যাস অ্যামোনিয়াতে পরিণত হয়।

এই বিক্রিয়াটিতে যথেষ্ট তাপের উদ্ভব হয়, এবং এই তাপশক্তি সরাসরি না লইলে উহা প্রভাবকের উষ্ণতা বাড়াইয়া দিতে পারে। এই কারণেই এবং ভ্রাশক্তি বৃদ্ধি কবাব উদ্দেশ্যেই বহিঃপ্রকোষ্ঠের ভিতর দিয়া উপাদানগুলির মিশ্রণ প্রবাহিত কবাব ব্যবস্থা আছে। বিক্রিয়োদ্ভব তাপের সাহায্যেই নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন উত্তপ্ত হইয়া বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠে যায়। উৎপন্ন অ্যামোনিয়া ও অবিকৃত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেন মিশ্রণ খুব শীতল কবিয়া অত্যধিক চাপে সঞ্চিত করিলে অ্যামোনিয়া তবলাকারে একটি পাত্রে ভিত্তি সঞ্চিত হয়। পাম্পের সাহায্যে অপরিবর্তিত নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনকে পুনরায় বিক্রিয়াপ্রকোষ্ঠে পাঠাইয়া দেওয়া হয়। এইভাবে অ্যামোনিয়া উৎপাদন করা সম্ভব হইয়াছে।

১২-৪। অ্যামোনিয়ার আয়তন-সংযুতি :  
হফম্যান প্রণালী (Hoffman's method) :  
একটি লম্বা এবং শক্ত কাচের নলে এহ পবীক্ষাটি করা হয়। নলটির দুইদিকে দুইটি স্টপকক যুক্ত থাকে এবং একপ্রান্তে একটি ফানেলও সংযুক্ত থাকে (চিত্র ১২৮)। বাহির হইতে নলটিকে তিনটি সমান অংশে

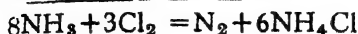
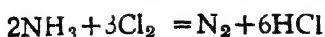


চিত্র ১২৮

চিহ্নিত করিয়া গওয়া হয়। নলটি প্রথমে সম্পূর্ণরূপে শুষ্ক ক্লোরিন গ্যাসে ভর্তি করিয়া লওয়া হয় এবং ফানেলে গাঢ় অ্যামোনিয়া রাখা হয়। স্টপককটি খুলিয়া ধীরে ধীরে অ্যামোনিয়া নলের ভিতর প্রবেশ করাইয়া দিলেই



অ্যামোনিয়া ক্লোরিনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া নাইট্রোজেন উৎপন্ন করে।  
সঙ্গে সঙ্গে অবশ্য অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডও তৈয়ারী হয়।



অ্যামোনিয়া প্রচুর পরিমাণে দেওয়া হয় যাহাতে সম্পূর্ণ ক্লোরিন হাইড্রো-ক্লোরিক অ্যাসিডে পরিণত হইতে পারে। অতঃপর অ্যামোনিয়াব পরিবর্তে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড পূর্বোক্ত উপায়েই নলের ভিত্তর দেওয়া হয়। ইহাতে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া অ্যামোনিয়াম সালফেট হইয়া যায়। গ্যাস অবস্থায় এখন শুধু নাইট্রোজেন থাকিতে পারে। নলটিকে অতঃপর একটি বড় জলের পাত্রে রাখিয়া সাধারণ উষ্ণতায় আনা হয় এবং জলের নীচে রাখিয়া স্টপককট খুলিয়া ভিতরে জল প্রবেশ করিতে দেওয়া হয়। নলটির ভিতরে ও বাহিরে জল একই সমতলে নইয়া গ্যাসের আয়তন স্থির কবা হয়। এইভাবে নাইট্রোজেনটি পূর্বে চাপ ও উষ্ণতায় সহিষ্ণু আসিলে দেখা যায় নাইট্রোজেনের আয়তন সম্পূর্ণ নলের এক-তৃতীয়াংশ মাত্র। অর্থাৎ, অ্যামোনিয়া হইতে যে নাইট্রোজেন পাওয়া যায় তাহা ক্লোরিনেব আয়তনেব এক-তৃতীয়াংশ। কিন্তু এই বিক্রিয়াতে সম্পূর্ণ ক্লোরিন হাইড্রো-ক্লোরিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হইয়াছে এবং তাহাতে সমান আয়তনেব হাইড্রোজেন প্রয়োজন হইয়াছে। সেই হাইড্রোজেন অ্যামোনিয়া হইতে পাওয়া গিয়াছে এবং ৬ অ্যামোনিয়া হইতে ৩ আবার উপযুক্ত নাইট্রোজেন পাওয়া গিয়াছে। অতএব বলা যাহেঁ পারে, তিনভাগ হাইড্রোজেন ও একভাগ নাইট্রোজেন অ্যামোনিয়া উৎপন্ন করিতে সমর্থ। অর্থাৎ তিন ঘনায়তন হাইড্রোজেন ও এক ঘনায়তন নাইট্রোজেন সহযোগে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়।

আভোগাড্রো প্রবল অনুযায়ী মান কর, প্রতি ঘনায়তন গ্যাসের অণুসংখ্যা =  $n$

$3n$  হাইড্রোজেন অণু এবং  $n$  নাইট্রোজেন অণু সহযোগে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়।

অর্থাৎ, ৩টি হাইড্রোজেন অণু এবং ১টি নাইট্রোজেন অণু মিলিয়া অ্যামোনিয়া উৎপাদন করে।

অর্থাৎ, ৩টি হাইড্রোজেন পরমাণু এবং ১টি নাইট্রোজেন পরমাণু মিলিয়া অ্যামোনিয়া উৎপাদন করে।

অতএব অ্যামোনিয়ার সুল সংকেত হইবে  $\text{NH}_3$  এবং উহার আণবিক সংকেত হইবে  $(\text{NH}_3)_x$ ।

কিন্তু অ্যামোনিয়ার ঘনত্ব = ৮.৫, অর্থাৎ উহার আণবিক গুরুত্ব =  $2 \times ৮.৫ = ১৭$

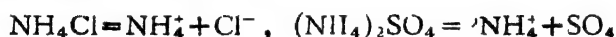
∴  $x \times ১৭ + ৩x \times ১ = ১৭$  [ ∵ নাইট্রোজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব = ১৪

$x = ১$  হাইড্রোজেনের . . . . . ১ ]

অ্যামোনিয়ার আণবিক সংকেত  $\text{NH}_3$ ।

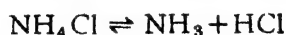
১৯-৩। অ্যামোনিয়াম লবণঃ অ্যামোনিয়া ক্ষারক-জাতীয় পদার্থ। উহা বিভিন্ন অ্যাসিডের সঙ্গে যুক্ত হইয়া লবণেব সৃষ্টি করে। এই লবণগুলিকে অ্যামোনিয়াম লবণ বলে। যেমন —

$\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ ;  $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$   
এই সমস্ত লবণে “ $\text{NH}_4$ ” যৌগ-মূলকটি থাকে এবং ইহাকে অ্যামোনিয়াম মূলক বলা হয়। অ্যামোনিয়াম লবণগুলি জলে অত্যন্ত দ্রবণীয় হয় এবং উহার বিদ্যুৎপরিবাহী। জলীয় দ্রবণে উহারা  $\text{NH}_4^+$  ক্যাটায়ন ও অন্তান্ত আনায়নে তড়িৎ-বিশ্লোজিত হইয়া থাকে।



অ্যামোনিয়াম লবণেব ব্যবহাব অনেকাংশে ক্ষার-ধাতুর লবণের মত। এছাড়া অ্যামোনিয়াম মূলককে ক্ষার ধাতুও সমগোত্রীয় মনে করা হয়। ইহার যোজ্যতাও এক।

অ্যামোনিয়াম লবণগুলি দ্রব ও উদ্বায়ী এবং উত্তাপে উহারা অধিকতর উৎক্ষিপ্ত হইয়া যায়। এতদ্ব্যতীত কোন কোন অ্যামোনিয়াম লবণ তাপের সাহায্যে বিয়োজিত হইয়া অ্যামোনিয়া ও অ্যাসিডে পরিণত হয়। যেমন :—



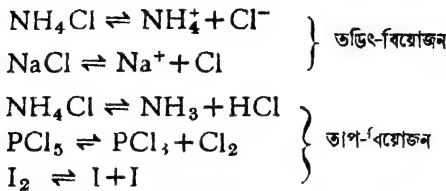
তাপ সরাইয়া লহলে অর্থাৎ ঠাণ্ডা করিলে উহারা আবার যুক্ত হওয়া পুনরায় অ্যামোনিয়াম লবণ উৎপন্ন কবে। ইহাকে তাপ-বিশ্লোজন বলা হয়।

১৯-৬। তাপ-বিশ্লোজন ও তড়িৎ-বিশ্লোজনঃ

তাপ-বিশ্লোজনে পদার্থটি ভাঙিয়া দুই বা ততোধিক বিভিন্ন পদার্থের সৃষ্টি করে। আবার উষ্ণতা কমাইয়া পূর্বাবস্থায় ফিরিয়া গেলে বিশ্লোজন-লব্ধ পদার্থগুলি পুনর্মিলিত হইয়া প্রাক্তন বস্তুটি উৎপন্ন করে। অর্থাৎ পরিবর্তনটি উভয়মুখী।

তড়িৎ-বিশ্লোজনে পদার্থটি দুই বিপরীতধর্মী আয়নে পরিণত হয়। এক্ষেত্রেও

দ্রাবক সরাইয়া লইলে আয়নগুলি মিলিত হইয়া প্রাক্তন পদার্থটি পাওয়া যায়।  
অতএব, পরিবর্তনটি উভমুখী।

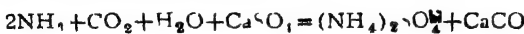


তাপ-বিশোধন-উদ্ধৃত পদার্থগুলিকে পরস্পর হইতে পৃথক করা সম্ভব। কিন্তু তড়িৎ-বিশোধনের ফলে যে আয়ন পাওয়া যায়, তাহাদেব পরস্পর হইতে পৃথক করা সম্ভব নহে। তড়িৎ-বিশোধনে জল বা অন্য কোন দ্রাবক প্রয়োজন হয় কিংবা পদার্থটি গলিত অবস্থায় থাকা প্রয়োজন, কিন্তু তাপ-বিশোধনে কোন দ্রাবকেব প্রয়োজন নাই।

অ্যামোনিয়াম লবণসমূহের ভিন্নর অ্যামোনিয়াম সালফেট, ও ক্লোরাইড নাইট্রেট বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

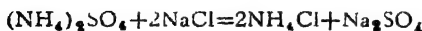
১৯-৭। অ্যামোনিয়াম সালফেট,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  : বরলার অন্তর্ধূম-পাতন অথবা হেভার প্রণালী দ্বারা যে অ্যামোনিয়া পাওয়া যায় উহাকে সোজাহুজি লবু সালফিউরিক অ্যাসিডেব সহিত সংযুক্ত করিয়া অ্যামোনিয়াম সালফেট তৈয়ারী হয়।

বিচূর্ণ ক্যালসিয়াম সালফেট জলেব সহিত মিশাইয়া উহােব ভিতব কার্বন ডাই-অক্সাইড ও অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রবাহিত করিলে অ্যামোনিয়াম সালফেট পাওয়া যায়। আমাদেব দেশে-  
এইক্লপেই অ্যামোনিয়াম সালফেট তৈয়ারী হয়।



সত্তা অথচ ভাল সার হিসাবে অ্যামোনিয়াম সালফেটের চাহিদা সর্বাধিক।

১৯-৮। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  : অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডেব সংযোগে ইহা তৈয়ারী হয়। অ্যামোনিয়াম সালফেট ও সোডিয়াম ক্লোরাইড একত্র ফুটাইয়া বিপরিবর্ত-ক্রিয়ােব ফলেও ইহা প্রস্তুত করা হয়।



জলে সোডিয়াম সালফেটের দ্রাব্যতা কম, সেইহেতু উহা সহজেই কেলাসিত করিয়া পৃথক করা হয়। পরে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ফটক প্রস্তুত করা যায়।

রাসায়নিক বিশ্লেষণমূলক পরীক্ষাতে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড প্রয়োজন হয়। বঙ্গদেশে প্রচুর অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড লাগে। কোন কোন সেল ও ব্যটারীতেও ইহা ব্যবহার হয়।

## নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের যৌগসমূহ

অক্সিজেন সমন্বিত নাইট্রোজেনের যৌগগুলির ভিতর তিনটি অক্সাইড ও দুইটি অক্সি-অ্যাসিড বিশেষ উল্লেখযোগ্য। ইহাদের বিষয় এখন আলোচনা করা হইল।

অক্সাইড :

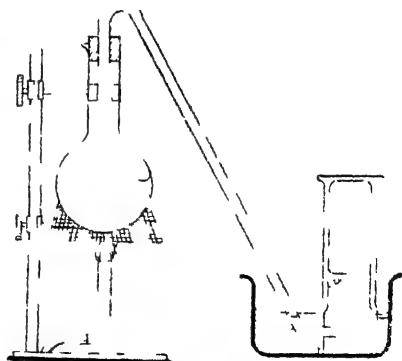
(১) নাইট্রাস অক্সাইড,  $N_2O$ , (২) নাইট্রিক অক্সাইড,  $NO$ , (৩) নাইট্রোজেন টেট্রাক্সাইড,  $N_2O_4$ ।

অক্সি অ্যাসিড —

(১) নাইট্রিক অ্যাসিড,  $HNO_3$ , (২) নাইট্রাস অ্যাসিড,  $HNO_2$ ।

১৯-৯। নাইট্রাস অক্সাইড,  $N_2O$  প্রস্তুতি : (১) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট উত্তপ্ত করিলে উহা বিযোজিত হইয়া নাইট্রাস অক্সাইড গ্যাস এবং জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়। এইভাবেই সাধারণতঃ নাইট্রাস অক্সাইড তৈয়ারী করা হয়  $NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$ ।

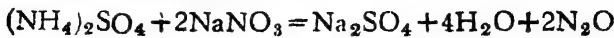
একটি গোল কুপীতে খানিকটা শুষ্ক বিচূর্ণ অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট লওয়া একটি তাবজালি উপর রাখিয়া আস্ত আস্তে গরম করা হয়। কুপী মখে একটি কর্কের সাহায্যে একটি বাকান নিগম নল যুক্ত থাকে। নিগম-নলের অপব প্রান্তটি একটি গ্যাসদ্রোণীতে গরম জলে নিমজ্জিত থাকে। প্রায় ২০ সেন্টিগ্রেড উত্তাপে অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট গলিয়া যায় এবং উহা হহতে নাইট্রাস অক্সাইড উৎপন্ন হইতে থাকে।



চিত্র ১৯৯— নাইট্রাস অক্সাইড প্রস্তুতি

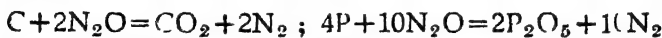
এই গ্যাস নিগম-নল বাহিয়া গ্যাসদ্রোণীতে আসে। একটি গ্যাসজার গরম জলে পূর্ণ করিয়া নিগম-নলের উপর ধরিলে নাইট্রাস অক্সাইড উহাতে সঞ্চিত হয়। শীতল জলে এই গ্যাস যথেষ্ট দ্রবণীয় বলিয়া গরম জল ব্যবহৃত হয়। গরম জলে উহার দ্রাব্যতা অনেক

কম। অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট সতর্কতার সহিত উত্তপ্ত করা হয়, কারণ উহার উষ্ণতা ২৫০ ডিগ্রীর অধিক হইলে বিস্ফোরণ হওয়ার খুব সম্ভাবনা থাকে।  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  এর পরিবর্তে  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  এবং  $\text{NaNO}_3$  এর মিশ্রণ হইলে বিস্ফোরণের সম্ভাব্যতা এড়ান যায় :—



১৯-১০। নাইট্রাস অক্সাইডের শর্মঃ নাইট্রাস অক্সাইড মুক্ত মিষ্ট গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস। ইহা বাতাস অপেক্ষা প্রায় দেড়গুণ ভারী। ঠাণ্ডা জলে ও কোহলে ইহার দ্রাব্যতা যথেষ্ট। ইহা একটি প্রশম-অক্সাইড।

অক্সিজেনের মত নাইট্রাস অক্সাইড গ্যাসও নিজে অদাহ্য কিন্তু অপরের দহনে ও প্রজ্বলনে সহায়তা করে। শিখাহীন একটি প্রদীপ্ত কাঠ-শলাকা যদি এই গ্যাসের একটি জারে প্রবেশ করান হয় তবে উহা পুনরায় উজ্জ্বল শিখাসহ জ্বলিতে থাকে। প্রজ্বলিত সোডিয়াম, পটাসিয়াম, কসফরাস, কার্বন প্রভৃতি এই গ্যাসের ভিতর অধিকতর তাব্রতার সহিত জ্বলিতে থাকে। এই সকল দহনের কলে সর্বদাই নাইট্রোজেন এবং ঐসকল পদার্থের অক্সাইড পাওয়া যায়।



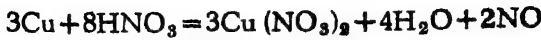
বস্তুতঃ নাইট্রাস অক্সাইড উত্তাপ-প্রয়োগে বিযোজিত হইয়া যায় এবং নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনে পবিণত হয়। এই উৎপন্ন অক্সিজেনই দহনে সহায়তা করে।

শরীরের উপর নাইট্রাস অক্সাইডের বিশেষ ক্রিয়া পরিলক্ষিত হয়। শ্বাস-প্রশ্বাসের সহিত স্বল্প পরিমাণে উহা গ্রহণ করিলে সাধারণত উহা হাসির উদ্রেক করে। এইজন্য উহাকে “লাফিং গ্যাস” (Laughing gas) বলে। অতিরিক্ত পরিমাণে ইহা গ্রহণ করিলে মানুষ অজ্ঞান হইয়া পড়ে। চেতনা-নাশক রূপে ইহা ব্যবহৃত হয়।

অক্সিজেনের সহিত নাইট্রাস অক্সাইডের অনেকটা মিল আছে। কিন্তু নাইট্রাস অক্সাইড নাইট্রিক অক্সাইডের সহিত মিলিত হইয়া তামাটে কোন গ্যাস উৎপন্ন করে না।

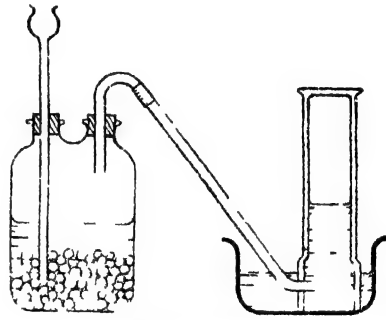
১৯-১১। নাইট্রিক অক্সাইড,  $\text{NO}$  প্রস্তুতিঃ

(১) ল্যাবরেটরী পদ্ধতি.—সাধারণতঃ কপারের উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়ার দ্বারা নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করা হয়।



একটি উলফ-বোতলে খানিকটা কপারের ছিলা (turnings) লওয়া হয়। উহার একটি মুখে কর্কসহ একটি দীর্ঘনাল-ফানেল এবং অপর মুখে কর্কের সাহায্যে একটি বাকান নির্গম-নল জুড়িয়া দেওয়া হয়। নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত সম-পরিমাণ জল মিশাইয়া উহাকে লঘু কবিয়া দীর্ঘনাল-ফানেলের মধ্য দিয়া উলফ-বোতলে ঢালিয়া দেওয়া হয়। দীর্ঘনাল-ফানেলের ভিতরের প্রান্তটি অ্যাসিডে নিমজ্জিত থাক। প্রয়োজন।

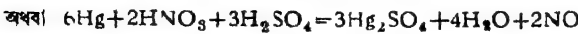
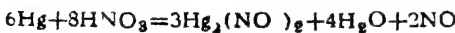
অ্যাসিড কপারের সংস্পর্শে আসিলেই উপরোক্ত বিক্রিয়া আরম্ভ হয়। বিক্রিয়ালব্ধ অক্সান্ন পদার্থগুলি অসুস্বাদ্য, কিন্তু নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস। উহা প্রথমতঃ বোতলের মধ্যস্থ বায়ুর অক্সিজেনের সহিত মিশিয়া নামাতে লাল



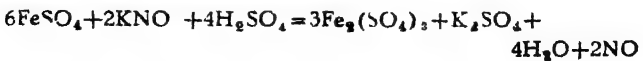
চিত্র ১২জ-নাইট্রিক অক্সাইড প্রস্তুতি

নাইট্রোজেন ডেট্রোক্সাইড সৃষ্টি কবে। নির্গম-নল দিয়া উহা বাহির হইতে থাকে অভ্যন্তরের সমস্ত অক্সিজেন এইভাবে নিঃশেষিত হইলে বর্ণহীন নাইট্রিক অক্সাইড নির্গম নল দিয়া বাহির হয়। যথারীতি গ্যাসদ্রোণীতে জল বাখিয়া জলপূর্ণ গ্যাসজারে উহা সংগৃহীত করা হয় (চিত্র ১২-জ)।

আরও কোন কোন ধাতুর উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়ার ফলে নাইট্রিক অক্সাইড পাওয়া যাইতে পারে যেমন :-



(২) কেরাস সালফেট, পটাসিয়াম নাইট্রেট ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড একত্র করিয়া উত্তপ্ত করিলে বিশুদ্ধ নাইট্রিক অক্সাইড সহজেই পাওয়া যায় :-

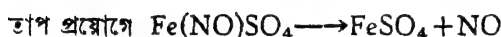
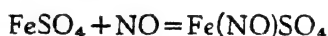


১৯-১২। নাইট্রিক অক্সাইডের ধর্মঃ (১) নাইট্রিক অক্সাইড বায়ু অপেক্ষা ঈষৎ ভারী, বর্ণহীন একটি গ্যাস। জলে ইহা ১ঃ৪ অনুপাতে দ্রবীভূত হয়। শরীরের উপর এই গ্যাসের বিষক্রিয়া আছে।

(২) নাইট্রিক অক্সাইড একটি প্রশম অক্সাইড। গ্যাসটি নিজে দাহ্য নয় এবং অপরের দহনেও সহায়তা করে না। নাইট্রিক অক্সাইড-পূর্ণ গ্যাস-জারের ভিতর জলস্ত মোমবাতি, কাঠি বা সালফার দিলে উহারা নির্বাণিত হইয়া যায়। কিন্তু উত্তমরূপে প্রজ্জ্বলিত ফসফরাস বা ম্যাগনেসিয়াম এই গ্যাসে স্বচ্ছন্দে জ্বলিতে থাকে। কাবণ, অধিক উষ্ণতায় নাইট্রিক অ্যাসিড বিযোজিত হইয়া নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন দেয় এবং এই অক্সিজেন দহনকার্যে সহায়তা করে।



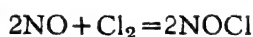
(৩) নাইট্রিক অক্সাইড ফেবাস সালফেট দ্রবণে খুব সহজেই দাধাবণ উষ্ণতায় দ্রবীভূত হয়। বস্তুতঃ ইহাতে একটি বাসায়নিক সংযোগ সম্পন্ন হয়। ফেবাস সালফেট ও নাইট্রিক অক্সাইড হইতে একটি যুত-যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হয়। উত্তাপ দিলে আবার ইহা হইতে নাইট্রিক অক্সাইড পাওয়া যায়।



এই প্রক্রিয়ার সাহায্যে নাইট্রিক অক্সাইডকে বিস্কৃদ্ধ করা হয়।

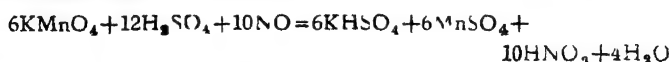
(৪) নাইট্রিক অক্সাইড অক্সিজেনের সংস্পর্শে আসিলেই লাল নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড গ্যাসে পরিণত হয়।  $2\text{NO} + \text{O}_2 = \text{N}_2\text{O}_4$

এবং ক্লোরিনের সঙ্গে যুক্ত হইয়া নাইট্রোসিল ক্লোরাইড উৎপন্ন করে

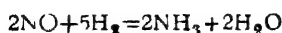


নাইট্রাস অক্সাইড অক্সিজেনের সঙ্গে কোনরূপ বিক্রিয়া করে না।

(৫) অম্লিক পটাস পারম্যাঙ্গানেট বা আয়োডিন দ্রবণ আন্তে আন্তে নাইট্রিক অক্সাইড শোষণ করে ও উহাকে জারিত করিয়া নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত করে।



(৬) উত্তম প্রাটিনাম প্রভাবকের সাহায্যে নাইট্রিক অক্সাইড ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ সত্য অ্যামোনিয়া পাওয়া যায়।

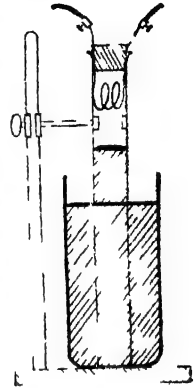


**পরীক্ষা :** বাতাস বা অক্সিজেন সহযোগে লাল গ্যাস উৎপন্ন করা এবং ফেবাস সালফেট দ্রবণকে কালো করা—এই দুইটি পরিবর্তন দ্বারা সাধারণতঃ নাইট্রিক অক্সাইডের অস্তিত্ব প্রমাণ করা হয়।

কার্বন ডাইসালফাইড বাষ্পের সহিত নাইট্রিক অক্সাইড মিশ্রিত করিয়া আন্তন ধরাইয়া দিলে উহা নীল বর্ণের শিখাসহ জ্বলিতে থাকে।  $2CS_2 + 10NO = 2CO + 4SO_2 + 5N_2$

### ১৯-১০। নাইট্রিক অক্সাইডের সংযুক্তি ও সংক্ষেপ

একটি শক্ত কাচের নলেক একটি মুখ বন্ধ কর্কেব সাহায্যে আঁটিয়া দেওয়া হয়। এই কর্কেব ভিতর দিয়া দুইটি সরু প্রাটিনাম শলাকা অতিক্রম কবে। উহাদের ভিতরের প্রান্ত দুইটি একটি সরু কুণ্ডলাকার লোহার তাব দ্বাৰা যুক্ত থাকে (spiral of iron wire)। নলটি তৎপর পারদ পূর্ণ কবিয়া একটি পারদ-দ্রোণীর উপর উল্টাইয়া রাখা হয়। অতঃপর নলের ভিতর পারদেব উপবে কিছু পবিমাণ শুষ্ক ও বিশুদ্ধ নাইট্রিক অক্সাইড সংগৃহীত কবা হয় (চিত্র ১৯৭)। ভিতরে ও বাহিবে পারদ সমতল কবিয়া এহ নাইট্রিক অক্সাইডেব আয়তন স্থির কবা হয়। ইহাব পর প্রাটিনাম শলাকা দুইটির সাহায্যে একটি ব্যাটারী হইতে লোহার তাবেব ভিতর দিয়া বিদ্যুৎপ্রবাহ পবিচালনা করা হয়। লোহার সরু তাবটি ক্ষেততপ্ত হহয়া উঠে এবং উত্তাপেব ফলে নাইট্রিক অক্সাইড বিযোজিত হহয়া যায়। উৎপন্ন অক্সিজেন লোহার সহিত সংযুক্ত হইয়া আয়রন অক্সাইডে পবিণত হয় এবং কেবল নাইট্রোজেন পড়িয়া থাকে।



চিত্র ১৯৭

যথেষ্ট সময় দিলে নাইট্রিক অক্সাইড সম্পূর্ণরূপে বিযোজিত হহয়া যায়। অতঃপর যন্ত্রটি ঠাণ্ডা কবিয়া পূর্বেব উষ্ণতায় আনিয়া আবার ভিতর ও বাহিবেব পারদ সমতল কবিয়া নাইট্রোজেনেব আয়তন স্থির কবা হয়। সর্বদাই দেখা যায়, উৎপন্ন নাইট্রোজেনেব আয়তন নাইট্রিক অক্সাইডের আয়তনেব ঠিক অর্ধেক। অর্থাৎ, দুই ঘনায়তন নাইট্রিক অক্সাইড হইতে এক ঘনায়তন নাইট্রোজেন পাওয়া যায়।

অতএব, অ্যাসোগ্যাডো প্রকল্প অনুসারে

২টি	নাইট্রিক অক্সাইড অণু	১টি	নাইট্রোজেন অণু	থাকে।
১টি	"	"	১/২ থানা	নাইট্রোজেন অণু
অর্থাৎ, ১টি	"	"	১টি	নাইট্রোজেন পরমাণু



মনে কর, নাইট্রিক অক্সাইড অণুতে দ্বিতীয় মৌল অক্সিজেনের পরমাণুসংখ্যা =

∴ নাইট্রিক অক্সাইডের সঙ্কেত হইবে,  $\text{NO}_x$ ,

এবং ইহার আণবিক গুরুত্ব হইবে,  $18 + x \times 16$ ।

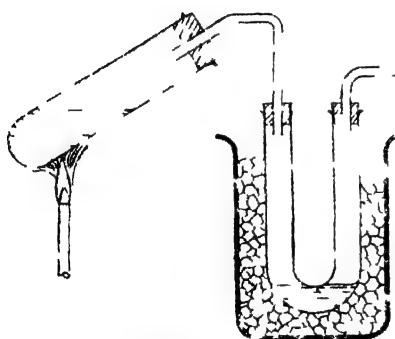
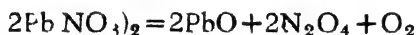
কিন্তু নাইট্রিক অক্সাইডের ঘনত্ব =  $1.4$ , অথবা ইহার আণবিক গুরুত্ব

$$= 2 \times 1.4 = 2.8,$$

সুতরাং,  $18 + x \times 16 = 2.8$ , . . .  $x = 1$

∴ নাইট্রিক অক্সাইডের আণবিক সঙ্কেত,  $\text{NO}$ ।

১২.১৪। নাইট্রোজেন টেট্রোক্সাইড,  $\text{N}_2\text{O}_4$ , [নাইট্রোজেন-পার-অক্সাইড] প্রস্তুতি : (১) সাধারণতঃ শুষ্ক ধাতুর নাইট্রেট-সমূহের উপর উত্তাপের ক্রিয়ার ফলে নাইট্রোজেন টেট্রোক্সাইড বা পার-অক্সাইড পাওয়া যায়। ল্যাবরেটরীতে সর্বদাই লেড নাইট্রেট উত্তপ্ত করিয়া নাইট্রোজেন পার অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়।



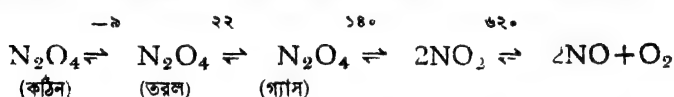
চিত্র ১২.৭—নাইট্রোজেন টেট্রোক্সাইড প্রস্তুতি

মিশ্রণ দ্বারা আবৃত থাকে। টেস্ট টিউবটি অত্যন্ত পব আন্তে আন্তে উত্তপ্ত করা হয়। লাল নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড ও অক্সিজেন নিগম নল দিয়া বাহির হইয়া আসে। ঐতল U-নলে নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড ঘনীভূত হইয়া একটি হলুদ তরল পদার্থে পরিণত হয় এবং অক্সিজেন বাহির হইয়া যায় (চিত্র ১২.৭)।

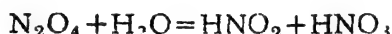
১২.১৫। নাইট্রোজেন টেট্রোক্সাইডের ধর্মঃ সাধারণ উষ্ণতায় নাইট্রোজেন টেট্রোক্সাইড একটি দ্বিমূলবর্ণের গ্যাস। কিন্তু

একটি মোটা ও শক্ত কাচের টেস্ট টিউবে শুষ্ক বিদ্যুৎ লেড নাইট্রেট লগুয়া হয়। টেস্ট টিউবেব মুখটি কব দিয়া আটিয়া দেওয়া হয় এবং ইহাতে একটি ঝাকান নিগম-নল যুক্ত থাকে। নিগম নলটি আবার একটি U-নলের সহিত সংযুক্ত করিয়া দেওয়া হয়। U-নলটি চারিদিকে লবণ ও বরফের হিম

-২° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ইহা বর্ণহীন ফটিকাকার ধারণ করে। এই কঠিন পদার্থটিতে অণুগুলি  $N_2O_4$  অবস্থায় থাকে। উষ্ণতা বাড়াইলে উহা ঈষৎ হলুদ একটি তরল পদার্থে পরিণত হয় এবং ২২° সেন্টিগ্রেডে এই তরল পদার্থটি ফুটিয়ে থাকে এবং পিঙ্গল গ্যাসে পরিণত হয়। উষ্ণতা যতই বৃদ্ধি পায় ততই উহার বর্ণ অধিকতর লাল হইতে থাকে। উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে  $N_2O_4$  অণুগুলি বিয়োজিত হইতে থাকে এবং  $NO_2$  অণুর উদ্ভব হয়।  $N_2O_4$  অণুগুলি বর্ণহীন, কিন্তু  $NO_2$  অণুগুলি লালবর্ণের। ১৪০° সেন্টিগ্রেডে  $N_2O_4$  অণুসমূহ সম্পূর্ণ বিয়োজিত হইয়া  $NO_2$  অণুতে রূপান্তরিত হয়। আরও উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে উহা বরফ ফিকা হইতে থাকে। কারণ  $NO_2$  অণু বিয়োজিত হইয়া অক্সিজেন ও নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হইতে থাকে।



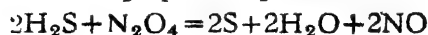
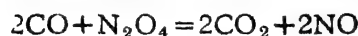
নাইট্রোজেন টেট্রোক্সাইড জলে দ্রবীভূত হয়। নাইট্রাস ও নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এছাড়া উহা নাইট্রিক অক্সাইডের মিশ্র নিরুদক বলা হয়।



উষ্ণতা অধিক হইলে নাইট্রাস অ্যাসিড অবশ্য ভাঙিয়া যায় এবং নাইট্রিক অ্যাসিড ও নাইট্রিক অক্সাইড পাওয়া যায়।



নাইট্রোজেন টেট্রোক্সাইডের জারণ-ক্ষমতা ও উল্লেখযোগ্য। যথা :—

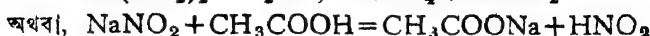
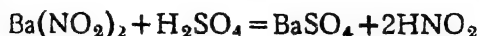


লোহিত ও স্তম্ভ কপােরের সহিত বিক্রিয়ার কলে নাইট্রোজেন টেট্রোক্সাইডে সম্পূর্ণ নাইট্রোজেন পৃথক করা সম্ভব।  $4Cu + N_2O_4 = 4CuO + N_2$ ।

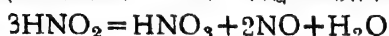
১৯-১৬। নাইট্রাস অ্যাসিড,  $HNO_2$  : নাইট্রাস অ্যাসিড বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায় না, কিন্তু উহার জলীয় দ্রবণ এবং উহা বিভিন্ন লবণ বিশুদ্ধ অবস্থায় প্রস্তুত করা যায়।

বেরিয়াম নাইট্রাইটের লঘু দ্রবণের সহিত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড

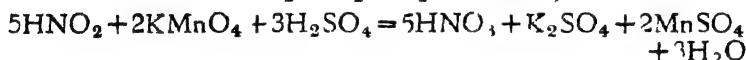
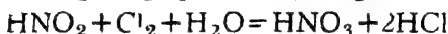
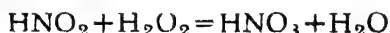
মিশ্রিত করিলেই নাইট্রাস অ্যাসিড উৎপন্ন হয় এবং বেরিয়াম সালফেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। বেরিয়াম সালফেট ছাকিয়া লইলেই নাইট্রাস অ্যাসিড দ্রবণ পাওয়া যায়।



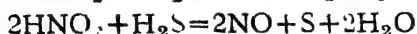
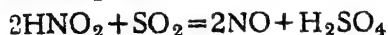
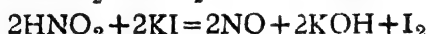
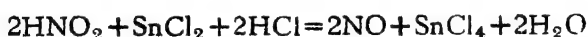
নাইট্রাস অ্যাসিডেব দ্রবণটি দীর্ঘকাল বাথিয়া দিলে বা উহার উষ্ণতা বাড়াইলে উহার পরিবর্তন ঘটে এবং নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



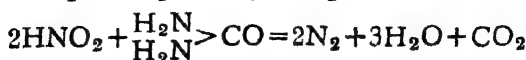
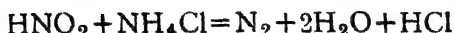
১৯-১৭। নাইট্রাস অ্যাসিডের ধর্মঃ নাইট্রাস অ্যাসিডের জারণ ও বিজারণ-ক্ষমতা দুই-ই আছে। স্মার্লিক পটাসিয়াম পাংম্যান্গানেট, হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড প্রভৃতির দ্রবণকে উহা বিজারিত কবে এবং নিজে জারিত হইয়া নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।



পক্ষান্তবে, নাইট্রাস অ্যাসিডেব সাধারণে স্যামানস লবণেব স্যামানিক লবণে পরিণতি, আবোডাইট হইতে অ্যামোনিয়ামের উদ্বে, সালফার ডাঠ-অক্সাইডেব সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিবর্তন ইত্যাদি উহাং জাবণ ক্ষমতাং পরিচায়ক, এই সকল জারণ-ক্রিয়াং নাইট্রাস অ্যাসিড বিজারিত হইয়া নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়।



অ্যামোনিয়া, অ্যামোনিয়াম লবণ এবং  $\text{NH}_2$  মূলক বর্তমান এই রকম অ্যামিনো-বোণের সহিত নাইট্রাস অ্যাসিডেব ক্রিয়ার ফলে নাইট্রোজেন পাওয়া যায় :—



[ ইজুরিয়া ]

১৯-১৮। নাইট্রাইট ও নাইট্রাস অ্যাসিডের পরীক্ষা : (১) নাইট্রাইট বা নাইট্রাস অ্যাসিডের দ্রবণে লবু HCl দিলে লাল  $\text{NO}_2$  গ্যাস বাহির হয়।

(২) পটাস আয়োডাইডের অম্লিক দ্রবণ হইতে উহার আয়োডিন উৎপন্ন করে।

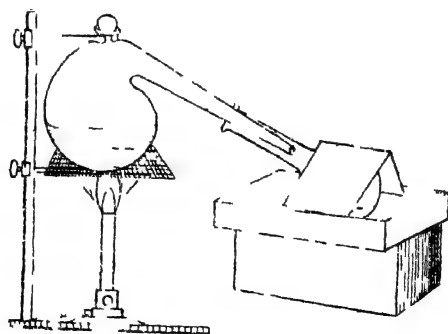
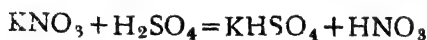
(৩) অম্লিক পটাস পারম্যাঙ্গানেট উহার বিরঞ্জিত করে।

(৪) মেটাফিনিলিন-ডাই অ্যামিনের হাইড্রোক্সিক অ্যাসিড দ্রবণ উহার পিঙ্গল করে।

### নাইট্রিক অ্যাসিড, $\text{HNO}_3$

নাইট্রিক অ্যাসিডের ব্যবহার বহুকাল হইতে চলিয়া আসিতেছে। আলকেমী যুগেব বিজ্ঞানীরা নাইট্রিক অ্যাসিড “অ্যাকোয়া-ফোর্টিস” (Aqua fortis) অর্থাৎ “শক্তিশালী জল” হিসাবে ব্যবহার করিতেন। জাভের (Geber) ফটকিরি ও হিবাকসের সহিত নাইটার একত্রে পাতিত করিয়া অ্যাকোয়া-ফোর্টিস প্রস্তুত করিতেন। সপ্তদশ শতাব্দীর মধ্যভাগে গ্লাবার (Glauber) নাইটার ও সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করেন। অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষের দিকে ল্যাভয়সিয়ের কর্তৃক ইহাব সংযুতি নির্ণায়িত হয়।

১৯-১৯। প্রস্তুতিঃ ল্যাবরেটরী পদ্ধতিঃ পটাসিয়াম নাইট্রেট বা সোডিয়াম নাইট্রেট সালফিউরিক অ্যাসিড সহ পাতিত করিয়া নাইট্রিক অ্যাসিড তৈয়ারী করা হয়।



চিত্র ১৯১- নাইট্রিক অ্যাসিড

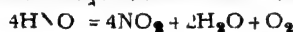
একটি কাচের ছিপিযুক্ত বকবস্ত্রে সমপরিমাণ ওজনের সালফিউরিক অ্যাসিড ও পটাসিয়াম নাইট্রেটের মিশ্রণ লওয়া হয়। বকবস্ত্রের শীষপ্রান্ত একটি

গোলকুপীর ভিতর ঢুকাইয়া রাখা হয়। গোলকুপীটি গ্রাহকরূপে ব্যবহৃত হয়। চারিদিকে শীতল জলের প্রবাহ দ্বারা এই গ্রাহকটির উষ্ণতা বধাসম্ভব কর রাখা হয়। অতঃপর বকযন্ত্রটির প্রায় ২০০ সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত গরম করিলে উপরোক্ত বিক্রিয়াটি আরম্ভ হয়। নাইট্রিক অ্যাসিড উদ্বায়ী বলিয়া উহা গ্যাসের আকাবে বাহির হইয়া আসিয়া গোলকুপীতে ঘনীভূত হয় এবং ঝঁৎ হরিরজ্ঞাত তবল নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। এইভাবেই সাধারণতঃ নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়।

পটাসিয়াম নাইট্রেট উষ্ণ থাকিলে এবং উষ্ণতা অপেক্ষাকৃত বাড়াইলে আরও নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া সম্ভব।



কিন্তু এই শোষণ বিক্রিয়াটি দুইটি কারণে সচরাচর সংঘটিত করানো যায় না। প্রথমতঃ অধিকতর উষ্ণতা উৎপন্ন নাইট্রিক অ্যাসিডের কতকাংশ বিলোমিত হইয়া যায়



এবং দ্বিতীয়তঃ পটাসিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট ( $\text{KHSO}_4$ ) গলিত অবস্থায় সহজেই পাত হইতে বাহির করা সম্ভব কিন্তু পববর্তী বিক্রিয়াতে যে পটাসিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয় তাহা কঠিন হইয়া গেলে সহজে বাহির করিয়া লওয়া সম্ভব নহে।

পটাসিয়াম নাইট্রেটের পরিবর্তে অন্যান্য নাইট্রেট হইতেও সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করা যাইতে পারে। কিন্তু সর্বদাই সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত করিতে হয়। সাধারণতঃ কোন লবণ হইতে অ্যাসিড উৎপন্ন করিতে একটি তীব্রতর অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়। কিন্তু এক্ষেত্রে সালফিউরিক অ্যাসিড একটি তীব্র অম্ল হইলেও নাইট্রিক অ্যাসিড অপেক্ষা উহার তীব্রতা (strength) কম। তাহাপি সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয় কারণ উহা অনুদায়ী এবং নাইট্রিক অ্যাসিড খুব সহজেই উদ্বায়ী হইয়া থাকে। এইজন্য উদ্বায়ী কোন অ্যাসিড প্রস্তুত করিতে হইলেই অনুদায়ী বা অপেক্ষাকৃত কম উদ্বায়ী কোন তীব্র অ্যাসিড বিশেষতঃ সালফিউরিক অ্যাসিড, প্রয়োগ করা হয়।

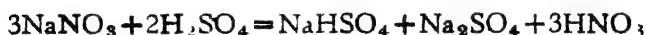
এইভাবে প্রস্তুত নাইট্রিক অ্যাসিডে কিছু জল মিশ্রিত থাকে এবং নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড দ্রবীভূত থাকে। এই কারণে উহার রঙ হলদে হয়। অপেক্ষাকৃত কম চাপে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত পুনরায় পাতিত করিয়া শতকরা ৯৮ ভাগ বিশুদ্ধ নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। ৬০-৭০° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এই অ্যাসিডের ভিতর বুদবুদের আকাবে বাতাস পরিচালিত করিলে,  $\text{N}_2\text{O}_4$  দ্রবীভূত হয় এবং উহা বর্ণহীন হইয়া যায়। সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ নাইট্রিক অ্যাসিড পাওঁতে হইলে ইহাকে -৪২ ডিগ্রীতে শীতল করিয়া কঠিনাকারে পৃথক করিয়া লইতে হয়।

১৯-২০। শিল্প-পদ্ধতিঃ বিভিন্ন রাসায়নিক শিল্পে, বিশেষতঃ বিস্ফোরক পদার্থ প্রস্তুতিতে, নাইট্রিক অ্যাসিডের চাহিদা খুব বেশী। প্রচুর

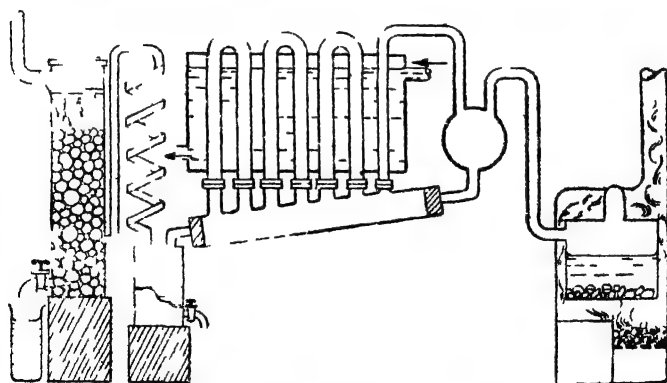
পরিমাণে নাইট্রিক অ্যাসিড তৈয়ারী করার জন্য সাধারণত: তিনটি উপায় অবলম্বিত হয়।

- (১) চিলি সল্টপিটার হইতে—“পাতন-প্রণালী”,
- (২) বাতাসের অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের সংযোগে “আর্ক-প্রণালী”,
- (৩) অ্যামোনিয়ার জারণ হইতে—“ওসওয়াল্ড-প্রণালী”।

১৯-২১। “পাতন-প্রণালী”—চিলির সমুদ্রোপকূলে প্রচুর পরিমাণে সোডিয়াম নাইট্রেট পাওয়া যায়। ইহাকে চিলি সল্টপিটার বা চিলি শোরা বলে। চিলি সল্টপিটার গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত পাতিত করিয়া নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করা হয়। অ্যাসিড ও সল্টপিটারের পরিমাণ এমন অনুপাতে লওয়া হয় যাহাতে নিম্নোক্ত বিক্রিয়াটি সম্পন্ন হয় এবং নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত তুল্যাক পরিমাণ সোডিয়াম সালফেট ও অ্যাসিড সোডিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়।



একটি বড় লোহার ঢাঙ্কে প্রায় ৫০ মণ সোডিয়াম নাইট্রেটের সহিত উপযুক্ত পরিমাণ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া কয়লার সাহায্যে ২০০-২৫০ সেন্টিগ্রেড পথস্ত উত্তপ্ত করা হয়। লোহার ঢাঙ্কটি একটি ছোট



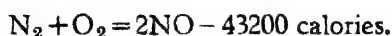
চিত্র ১৯১—পাতন প্রণালীতে  $\text{HNO}_3$  প্রস্তুতি

ইষ্টকনির্মিত প্রকোষ্ঠে রাখা হয়, যাহাতে নীচের কয়লার চুল্লী হইতে তপ্ত গ্যাস ঢাঙ্কের চারিদিকে প্রবাহিত হইয়া উহাকে সবদিকে সমভাবে

উত্তপ্ত করিতে পারে। ইহার ফলে, নাইট্রিক অ্যাসিড গ্যাস আর ট্যাঙ্কের ভিতর তরলিত হইতে পারে না। নাইট্রিক অ্যাসিড তরল অবস্থায় লোহা আক্রমণ করিতে পারে কিন্তু গ্যাস অবস্থায় লোহার উপর উহার কোন ক্রিয়া নাই। এই কারণেই ট্যাঙ্কটিকে উত্তপ্ত রাখিয়া নাইট্রিক অ্যাসিডকে ঘনীভূত হইতে দেওয়া হয় না। নাইট্রিক অ্যাসিড গ্যাস উপরের একটি নির্গম-দ্বার দিয়া বাহির হইয়া কতকগুলি পাথর বা মাটির তৈয়ারী শীতক-নলে প্রবেশ করে। উষ্ণতা কমিয়া যাওয়াতে গ্যাস ঘনীভূত হইয়া তরল নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। এই সকল শীতক হইতে তরলিত অ্যাসিড নিম্নস্থ পাথরের গ্রাহকে সংগৃহীত হয় (চিত্র ১৯৪)। সর্বশেষে গ্যাসটি একটি স্ব-উচ্চ টাওয়ারের নীচে প্রবেশ করে এবং উপরের দিকে উঠিতে থাকে। এই টাওয়ারটি পাথর বা ইষ্টক পূর্ণ থাকে এবং উপর হইতে একটি জলশ্রোত নীচের দিকে প্রবাহিত করা হয়। অবশিষ্ট নাইট্রিক অ্যাসিড-বাষ্প জলে দ্রবীভূত হইয়া যায়।

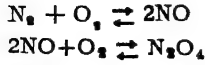
এই উপায়ে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করিতে হইলে চিলির সরবরাহের উপর নির্ভর করিতে হয় এবং যানবাহনের সমস্তার সমাধান করিতে হয়। যুদ্ধবিগ্রহের সময় এইরূপ সরবরাহ ব্যাহত হওয়া স্বাভাবিক। এই সকল কারণে উপায়টি সহজ হইলেও সর্বদা এবং সর্বদেশে প্রযোজ্য হইতে পারে না। ভারতে এখন পর্যন্ত যেটুকু নাইট্রিক অ্যাসিড তৈয়ারী হয়, তাহা অবশ্য এই প্রণালীতেই হইয়া থাকে।

১৯-২২। “আর্ক-প্রণালী”—বাতাসের অফুরন্ত নাইট্রোজেনকে নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত করার কল্পনা বহুদিনের। বিক্রিয়াটি তাপগ্রাহী বলিয়া অত্যধিক উত্তাপের সাহায্যে নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের রাসায়নিক সংযোগে নাইট্রিক অক্সাইড কিয়ৎ-পরিমাণে পাওয়া সম্ভব। ১৯০৩ খ্রীষ্টাব্দে বার্কল্যান্ড ও আইডের (Birkeland & Eyd) প্রচেষ্টায় প্রচুর পরিমাণে এই সংযোগ সাধন এবং নাইট্রিক অ্যাসিডের উৎপাদন সম্ভব হয়।



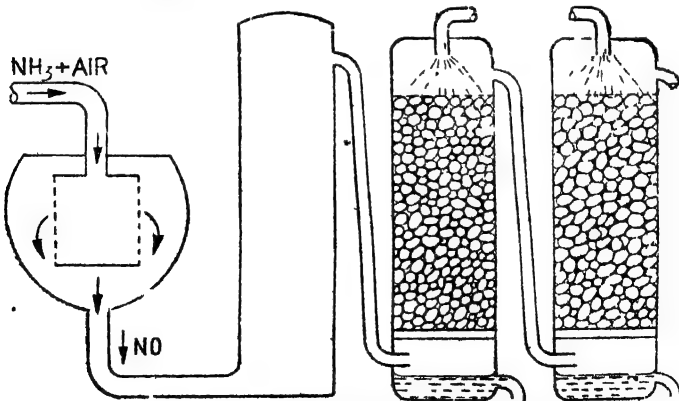
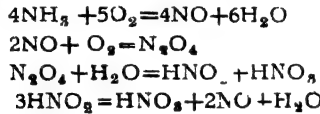
এই প্রণালীতে একটি বৈদ্যুতিক চুল্লীতে ৩০০০° সেন্টিগ্রেডেরও অধিক উষ্ণতায় একটি বিদ্যুৎ-শিখার ভিতর দিয়া শুষ্ক বায়ুর প্রবাহ পরিচালিত করা হইত। প্রচণ্ড উত্তাপে বায়ুর শতকরা ১৫ ভাগ অক্সিজেন নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হইত। উহাকে দ্রুত ঠাণ্ডা করিলে উহার সহিত অক্সিজেন মিলিত হইয়া নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন হইত। কয়েকটি পাথর-পূর্ণ টাওয়ারের উপর হইতে

প্রবাহিত জলধারাতে এই নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড শোষণ করিয়া নাইট্রিক অ্যাসিড তৈয়ারী করা হইত।



এই পদ্ধতিতে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতির জঙ্ক কাঁচামাল, বায়ু এবং জল সর্বত্র বিনামূল্যে পাওয়া যায়। কিন্তু ইহাতে প্রচুর বেদান্তিক শক্তির প্রয়োজন হয়। সুতরাং যে সব দেশে জলপ্রপাত হইতে সম্ভাব্য বেদান্তিক শক্তি সংগ্রহ করার উপায় নাই, সে সব দেশে এই প্রণালী কখনও প্রযোজ্য নয়। নরওয়ে, আমেরিকা প্রভৃতি দেশে এই উপায়ে নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হইত, কিন্তু উহাতে খরচ অত্যন্ত বেশী পড়ে। পরে আমোনিয়াম জারন হইতে এখন সম্ভাব্য ইহা তৈয়ারী সম্ভব হইয়াছে। এই কারণেই এই প্রণালীতে এখন আর কোথাও নাইট্রিক অ্যাসিড তৈয়ারী হয় না।

১৯-২০। “ওস্‌ওয়াল্ড-প্রণালী”—সহজে ও স্বল্পব্যয়ে হেভার-প্রণালীতে আজকাল অ্যামোনিয়া পাওয়া যায়। বাতাসের দ্বারা এই হেভার অ্যামোনিয়া জারিত করিয়া নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত করা হয়। তাপিত প্লাটিনাম জালি প্রভাবকের সাহায্যে এই বিক্রিয়াটি অতি সহজে ও স্বল্পব্যয়ে এত দ্রুত সম্পন্ন করা সম্ভব যে বর্তমানে অধিকাংশ নাইট্রিক অ্যাসিড এই উপায়েই প্রস্তুত হয়।



চিত্র ১৯ড—ওস্‌ওয়াল্ড-প্রণালীতে  $\text{HNO}_3$  প্রস্তুতি



১ : ৮ আয়তন অম্লপাতের অ্যামোনিয়া ও বাতাসের একটি মিশ্রণ একটি তপ্ত প্লাটিনাম তারজালির ভিতর দিয়া পরিচালিত হয়। প্লাটিনামের তারজালিটি একটি গোলাকায় বাস্কের আকারে লওয়া হয়। উহা ব তলদেশে পর্সেলীন প্লেট দ্বারা বন্ধ থাকে (চিত্র ১২৬)। বাস্কটির ব্যাস ৮" এবং উচ্চতা ১০" থাকে। গ্যাস-মিশ্রণটি বাস্কের ভিতর প্রবেশ কবিয়া তারজালি অতিক্রম করে। প্রথমে বৈদ্যুতিক উপায়ে তারজালিটি ৭০০° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় রাখা হয়। পবে বিক্রিয়ার ফলে যে উত্তাপের সৃষ্টি হয় তাহাতেই প্লাটিনামটি তাপিত অবস্থায় থাকে। অ্যামোনিয়ার শতকরা ২০ ভাগেরও বেশী ইহাতে নাইট্রিক অক্সাইডে পরিণত হইয়া যায়। যে গতিতে গ্যাস-মিশ্রণটিকে তারজালি অতিক্রম করিতে দেওয়া হয় তাহার উপর এই বিক্রিয়াটি অনেকাংশে নির্ভর করে। আন্তে আন্তে গ্যাস পরিচালনা করিলে সাধারণতঃ নাইট্রোজেন পাওয়া যায়। নিগত নাইট্রিক অক্সাইডকে যথাবীতি ঠাণ্ডা করিয়া বাতাসের সাহায্যে নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডে পরিবর্তিত করা হয়। ভলে এই গ্যাস শোষণ করিয়া নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন করা হয়। হেতাব-প্রণালী-জাত অ্যামোনিয়ার মোট উৎপাদনের বৃহৎ অংশই নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে ব্যয়িত হয়।

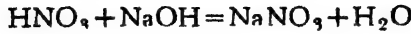
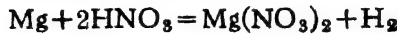
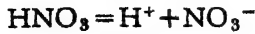
১৯-২৪। নাইট্রিক অ্যাসিডের ধর্মঃ (১) নাইট্রিক অ্যাসিড একটি বর্ণহীন তরল পদার্থ, ঘনত্ব, ১.৫২। বাতাসে উন্নত থাকিলে উহা স্বতঃই ধূমায়িত হইতে থাকে। সাধারণ উষ্ণতাতেও নাইট্রিক অ্যাসিড অল্প-পরিমাণে বিয়োজিত হইয়া থাকে।  $2\text{HNO}_3 = \text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$

নাইট্রিক অ্যাসিডের ফুটনাঙ্ক ৭৮ সেন্টিগ্রেড কিন্তু গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ফুটবার সময় নাইট্রোজেন পার অক্সাইড, জল ও অক্সিজেনে বিশ্লেষিত হইয়া যায়। ইহার ফলে অ্যাসিডে জলের পরিমাণ বাড়িতে থাকে। সুতরাং বিশুদ্ধ নাইট্রিক অ্যাসিড পাতিত করা সম্ভব নয়। জলের পরিমাণ বাড়িয়া যখন নাইট্রিক অ্যাসিড শতকরা ৬৮ ভাগে দাড়াই তখন উহা ১২০.৫ সেন্টিগ্রেডে ফুটে থাকে এবং অবিকৃত অবস্থায় পাতিত হইতে থাকে।

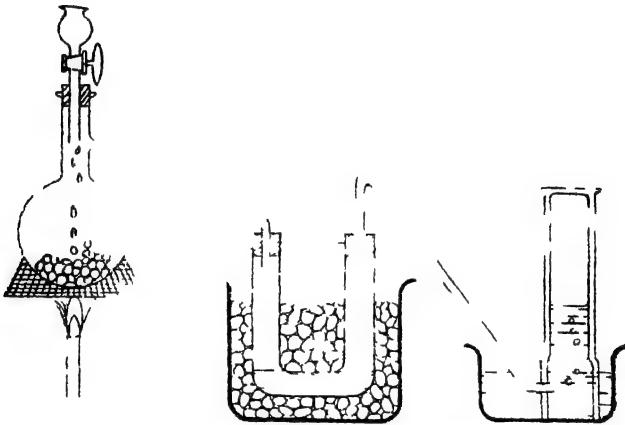
নাইট্রিক অ্যাসিডে নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড সহজেই দ্রবীভূত হয়।  $\text{N}_2\text{O}_4$  দ্রবীভূত অ্যাসিডকে ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড বলা হয় (fuming nitric acid)।

(২) নাইট্রিক অ্যাসিড একটি তীব্র অম্ল। ইহার হাইড্রোজেন ধাতুদ্বারা

প্রতিস্থাপিত হয় এবং ক্ষারকের সহিত ক্রিয়ার ফলে ইহা লবণ ও জল উৎপাদন করে :—



নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে উক্ত লবণকে নাইট্রেট বলা হয়। ধাতু বা ক্ষারক বস্তুর নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়ার সাহায্যে নাইট্রেট প্রস্তুত করা যায়। গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড, যদি উত্তপ্ত বাষ্প পাথরের উপর ফোঁটা ফোঁটা ফেলা যায় তাহা হইলে উহা বিস্ফোরিত হইয়া নাইট্রোজেন পাব-অক্সাইড, অক্সিজেন



চিত্র ১১৮—নাইট্রিক অ্যাসিডের বিশ্লেষণ

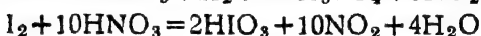
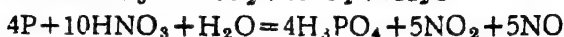
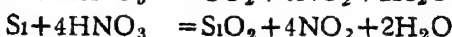
ও জলে পরিণত হয় (চিত্র ১১৮)। হিমমিশ্র-আবৃত একটি U-নলের ভিতর দিয়া উৎপন্ন গ্যাস-মিশ্রণটি প্রবাহিত করিয়া  $\text{N}_2\text{O}_4$  এবং জল তরলিত করিয়া লইলে অক্সিজেন জলপূর্ণ গ্যাসজারে যথারীতি সংগ্রহ করা যায়।



(৩) নাইট্রিক অ্যাসিডের আরণ-শক্তি সমধিক।

(ক) অধিকাংশ অধাতব মৌল গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ফুটাহলে উহারা জারিত হইয়া অক্সাইড বা অক্সি-অ্যাসিডে পরিণত হয়। যথা :—  
কার্বন ও সিলিকন হইতে যথাক্রমে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও সিলিকা

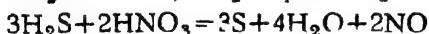
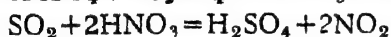
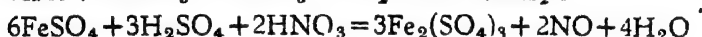
যায়। কসফরাস, আয়োডিন, সালফার হইতে সেইরূপ কসফরিক, আয়োডিক ও সালফিউরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। এই সকল বিক্রিয়াতে নাইট্রিক অ্যাসিড বিভারিত হইয়া সর্বদাই নাইট্রোজেন পার-অক্সাইডে পরিণত হয়।  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{N}_2$  ও  $\text{O}_2$ -এর উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের কোন ক্রিয়া নাই।



**পরীক্ষা :** একটি জারে অল্প পরিমাণ নাইট্রিক অ্যাসিডের ভিতর একটি অল্পস্থ কার্বনব টুকরা ছাড়িয়া দিলে দেখা যাইবে উহা আরও তীব্রভাবে জ্বলিতেছে।

**পরীক্ষা :** একটি বেসিনে কিছু কাঠের গুঁড়া লইয়া বালিখোলাতে বেশ উত্তপ্ত করিত হইবে। যখন উহা বেশ গুপ্ত হইয়া উঠিবে, উহাব উপর কয়েক ফোটা গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড দিলেই উহা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সহকারে জ্বলিয়া উঠিবে।

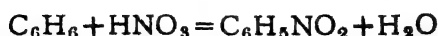
(খ) মোল ছাড়াও অনেক যৌগিক পদার্থও নাইট্রিক অ্যাসিডে জাবিত হইয়া থাকে। যথা :—আয়োডাইড ও ব্রোমাইড যৌগসমূহ হঠাৎ আয়োডিন ও ব্রোমিন নিগত হয়, সালফার ডাই অক্সাইড সালফিউরিক অ্যাসিডে এবং ফেরাস সালফেট ফেরিক সালফেটে পরিণত হয়।



(গ) গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড উহাদের তুল্যাকার ৩ : ১ অনুপাতে মিশ্রিত করিলে উহাকে অন্নরাজ বা aqua regia বলে। উহাতে গোল্ড, প্লাটিনাম প্রভৃতি বরধাতুও দ্রাব্য। বস্তুত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এই মিশ্রণে নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা জাবিত হইয়া ক্লোরিন উৎপন্ন করে :— $3\text{HCl} + \text{HNO}_3 = \text{Cl}_2 + \text{NOCl} + 2\text{H}_2\text{O}$

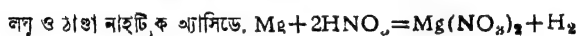
(ঘ) অনেক জৈবজাতীয় যৌগকেও নাইট্রিক অ্যাসিড জাবিত করে। তাপিন তৈল, কোহল প্রভৃতি পদার্থ নাইট্রিক অ্যাসিডের সংস্পর্শে জ্বলিয়া ওঠে এবং জাবিত হইয়া যায়। কোন কোন জৈব-পদার্থের সহিত নাইট্রিক

অ্যাসিডের বিক্রিয়ার ফলে নাইট্রো-যৌগ উৎপন্ন হয়। যেমন বেনজিনের সহিত নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়া ফলে নাইট্রো-বেনজিন পাওয়া যায়।



(৫) বিভিন্ন ধাতু উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়া বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। গোল্ড, প্লাটিনাম প্রভৃতি বরধাতু উপর অবশ্য নাইট্রিক অ্যাসিডের কোন ক্রিয়া নাই। কিন্তু অগ্নাশ্রু প্রায় সকল ধাতুর সহিতই নাইট্রিক অ্যাসিড বিক্রিয়া করে এবং অধিকাংশ ক্ষেত্রেই উহার ধাতব নাইট্রেটে পরিণত হয়। দুই-একটি ক্ষেত্রে ছাড়া, নাইট্রিক অ্যাসিড ও ধাতুর ক্রিয়ার ফলে প্রায়ই নাইট্রোজেনের কোন অক্সাইড বা অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হইয়া থাকে। এই জাতীয় বিক্রিয়া হইতে কি কি উৎপন্ন হইবে তাহা নাইট্রিক অ্যাসিডের গাঢ়তা, উষ্ণতা এবং ধাতুর প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। নিম্নে কয়েকটি ধাতুর সহিত নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার সমীকরণ দেওয়া হইল :—

(ক) ম্যাগনেসিয়ামের সহিত,

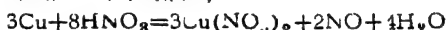


(খ) কপারের সহিত,

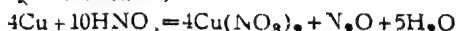
(i) গাঢ় ও উষ্ণ অ্যাসিডে,



(ii) নাতিগাঢ় ও ঠাণ্ডা অ্যাসিডে,

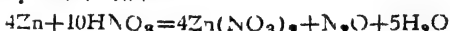


(iii) লঘু ও ঠাণ্ডা অ্যাসিডে,



(গ) জিঙ্কের সহিত,

(i) লঘু ও ঠাণ্ডা অ্যাসিডে



(ii) নাতিগাঢ় ও ঠাণ্ডা অ্যাসিডে,

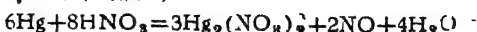


(iii) গাঢ় ও উষ্ণ অ্যাসিডে,



(ঘ) মারকানির সহিত,

(i) লঘু ও ঠাণ্ডা অ্যাসিডে,



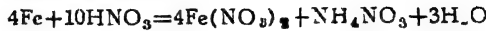
কিন্তু, অ্যাসিডের পরিমাণ ও গাঢ়তা বেশী হইলে, মারকানির নাইট্রেটের পরিবর্তে মারকানিউরিক নাইট্রেট হয় :—



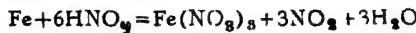
(ঙ) সিলভারের সহিত,  $3Ag + 4HNO_3 = 3AgNO_3 + NO + 2H_2O$

(চ) আয়রনের সহিত,

(i) লঘু ও ঠাণ্ডা অ্যাসিডে,



(ii) গাঢ় ও উষ্ণ অ্যাসিডে,



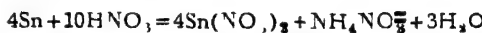
(iii) অত্যন্ত গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডে একটি বিশুদ্ধ লৌহখণ্ড দিলে উহা দ্রবীভূত না হওয়া 'নিষ্ক্রিয় লৌহে' পরিণত হইয়া যায়। সাময়িকভাবে সেই লৌহের রাসায়নিক গুণ লোপ পায়।

(ছ) টিনের সহিত,

(i) গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের দ্বারা টিন  $\beta$ -স্ট্যানিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হইয়া যায় :—

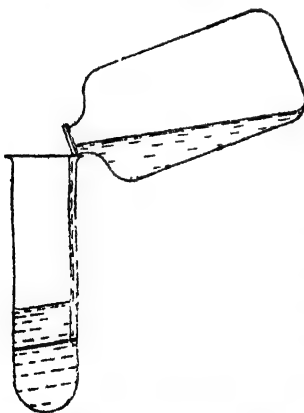


(ii) লঘু ও ঠাণ্ডা অ্যাসিডে



১৯-২৫। নাইট্রিক অ্যাসিডের পরীক্ষা : নিম্নোক্ত পর্বীকার দ্বারা নাইট্রিক অ্যাসিড বা নাইট্রেটের অস্তিত্ব প্রমাণ করা যাইতে পারে।

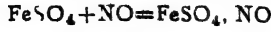
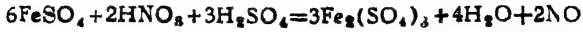
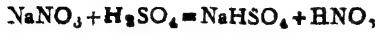
(১) পদার্থটিকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও কপারেব ছিলা সহ উত্তপ্ত করিলে পিঙ্গল বা লাল গ্যাস ( $NO_2$ ) বাহির হইবে।



চিত্র ১৭— $HNO_3$ -এর বলয়-পরীক্ষা

এই  $NO$  ফেয়াস সালফেটের সহিত মিলিয়া  $FeSO_4$ ,  $NO$  বিয়োগ উৎপন্ন করে।

(২) পদার্থটির লঘু দ্রবণের সহিত ফেব স সালফেট দ্রবণ মিশাইয়া একটি টেস্ট-টিউব লইতে হইবে। তারপর আস্তে আস্তে টেস্ট-টিউবের গা বাহিয়া কিছু গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া দিতে হইবে। সালফিউরিক অ্যাসিড ভারী বলিয়া উহা দ্রবণের নীচে জমিবে। অ্যাসিড ও পূর্বোক্ত দ্রবণের সংযোগস্থলে একটি ধোঁয়ারী বা বাদামী রংয়ের বলয় বা চক্র হইতে দেখা যাইবে। ইহাতে নাইট্রেটের অস্তিত্ব বুঝা যায়, কারণ, নাইট্রেট ও অ্যাসিডের সংস্পর্শে নাইট্রিক অ্যাসিড হয়। নাইট্রিক অ্যাসিড ও ফেয়াস সালফেট হইতে  $NO$  উৎপন্ন হয়।



[থয়েবী]

ইহাকে নাইট্রেটের বলয়-পরীক্ষা (Ring test) বলে (চিত্র ১১৭)।

১) কয়েক ফোঁটা নাইট্রেট লবণ ও কিছু গাঢ়  $\text{H}_2\text{SO}_4$  একটি বেসিনে লইয়া উহাতে অতি সামান্য ব্রুসিন (Brucine) দিলে মিশ্রণত তৎক্ষণাৎ উজ্জ্বল লাল বর্ণ ধারণ করে।

### ১৯-২৬। নাইট্রিক অ্যাসিডের ব্যবহার :

১) ল্যাবরেটরীতে পরীক্ষায় বিক্রিয়ক হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়। (২) নাইট্রিক অ্যাসিডের প্রধান চাহিদা—নাইট্রোমিসাবিন, পিকারিক-অ্যাসিড, টি-এন-টি প্রভৃতি বিস্ফোরক প্রস্তুতিতে। (৩) কৃত্রিম বঙ, কৃত্রিম দিহু, সেলুলয়েড প্রভৃতি তৈয়ারী করিতেও নাইট্রিক অ্যাসিডের প্রয়োজন হয়। (৭) কোন কোন বৈদ্যুতিক ব্যাটারী বা সেলও নাইট্রিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়।

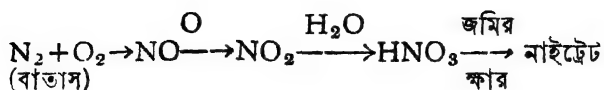
### ১৯ ২৭। নাইট্রোজেনের প্রাকৃতিক বিবর্তন-চক্র :

নাইট্রোজেন মৌল বাতাসে প্রচুর পরিমাণে আছে। আবাব জীবজগতে প্রাণী-দেহ ও উদ্ভিদ দেহেও প্রোটিন হিসাবে নাইট্রোজেন-যৌগ বহুল পরিমাণে বিद्यমান। বাস্তবিক পক্ষে এই প্রোটিন ব্যতীত প্রাণীজগতের অস্তিত্ব বা বৃদ্ধি মোটেই সম্ভব নয়। প্রোটিনের ক্ষয়ও প্রাণী ও উদ্ভিদের নাইট্রোজেন খুবই প্রয়োজন। কিন্তু নাইট্রোজেন অপেক্ষাকৃত নিক্ষিয়। সুতরাং বাতাসের এই নাইট্রোজেন সরাসরি কাজে লাগান বা জীবদেহে উহার রাসায়নিক মিলন ঘটান সম্ভব হয় না।

প্রকৃতিব নিয়মাত্মসারে বাতাসের নাইট্রোজেন অক্সিজেন উপায়ে জীবজগতের পক্ষে সহজলভ্য হইয়া থাকে।

(১) আকাশে যে যে বিদ্যুৎক্ষবণের ফলে নাইট্রিক অক্সাইডের সৃষ্টি হয় এং পবে উহা নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। বৃষ্টির জলে দ্রবীভূত হইয়া উহা মাটিতে আসে এবং সেখানে উহা প্রশমিত হইয়া বিভিন্ন নাইট্রেট লবণের সৃষ্টি করে। এই নাইট্রেট উদ্ভিদ গ্রহণ কবে এবং প্রোটিনে রূপান্তরিত করে।

আন্তর্যমাত্রিক হিসাবে দেখা যায় গড়ে প্রতিদিন প্রায় ছয় লক্ষ মুণ্ড নাইট্রোজেন এই ভাবে বায়ু হইতে অপসারিত হয়।



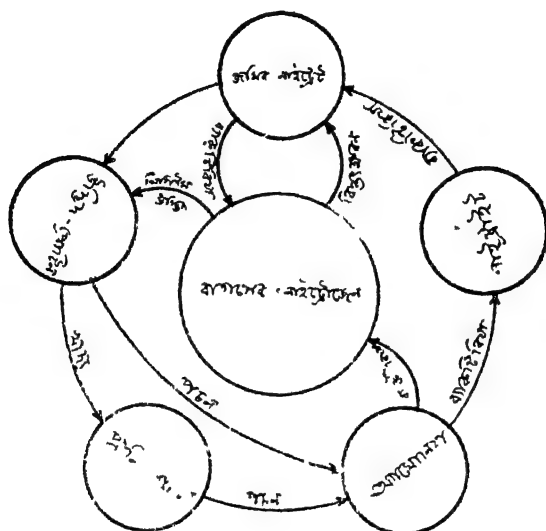
(২) লিগুইমিনাস্ জাতীয় গাছের শিকড়ের উপর একপ্রকার অক্লুর জন্মে, উহাকে নডিউল (nodule) বলে। এই নডিউলে অবস্থিত একপ্রকার ব্যাকটিরিয়া সোজাৱুদি বাতাসের নাইট্রোজেনকে যোগে পরিণত করিয়া উদ্ভিদ-পাণ্ডের উপযোগী করিয়া থাকে।

এই দুইটি উপায়ে উদ্ভিদ উহার প্রোটিন সংগ্রহ কবে। জঙ্ঘবা সর্বদাই উদ্ভিদ হইতে পাণ্ড গ্রহণ করিয়া নিজেদের প্রোটিন সঞ্চয় কবে। জঙ্ঘদের ভিতর বাহারা মাংসাশী উহার আবার অপব জঙ্ঘব মাংস, ডিম, দুধ ইত্যাদি হইতেও নিজেদের প্রোটিন পায়। মানুষ উদ্ভিদ ও অন্যান্য পশুজাত দ্রব্য হইতে তাহার প্রোটিন তৈয়ারী কবে।

এইভাবে সমস্ত জীবজগতে বায়ুর নাইট্রোজেন ব্যবহৃত হইলেও মোটামুটি বায়ুমণ্ডলের নাইট্রোজেনের পরিমাণ প্রায় স্থির থাকে। তাহার কারণ, কতকগুলি বিপরীত ক্রিয়াও প্রকৃতিতে সদাসর্বদা ঘটতেছে এবং উহা বন্ধে নাইট্রোজেন মৌলের উৎপাদন হইতেছে।

উদ্ভিদ বা জীবজন্তু ধ্বংসের পব উহার পচন শুরু হয়। ইহাতে উহাদের প্রোটিনসমূহ অ্যামোনিয়া বা অ্যামোনিয়াম যোগে পরিণত হয়। জমিতে এই সকল পদার্থ বিভিন্নপ্রকার ব্যাকটিরিয়ার সাহায্যে প্রথমে নাইট্রাইট এবং পরে নাইট্রেটে পরিবর্তিত হইয়া যায়। এই সমস্ত নাইট্রেটের কতকংশ উদ্ভিদ খাদ্যরূপে গ্রহণ কবে। কিন্তু অপরংশ আবার একপ্রকার ব্যাকটিরিয়া দ্বারা নাইট্রোজেনে রূপান্তরিত হইয়া বাতাসে ফিরিয়া যায়। এইভাবে নাইট্রোজেন বায়ু হইতে অপসারিত হইয়া জীবজগতে প্রবেশ করে, আবার জীবজগতের ধ্বংস ও পচনের ফলে উহা বায়ুতে ফিরিয়া আসে। ইহাকেই নাইট্রোজেনের প্রাকৃতিক বিবর্তন-চক্র বলা হয়। প্রকৃতিতে এই বিপরীত পরিবর্তনগুলির ভিতর এমন একটি সঙ্গতি সর্বদা বর্তমান থাকে যে বায়ুতে নাইট্রোজেনের

অচ্যুতটির কোন ব্যতিক্রম হয় না। নাইট্রোজেনের এই পরিক্রম-চক্রটিকে আমরা নিম্নলিখিত উপায়ে প্রকাশ করিতে পারি :—



নাইট্রোজেন বিবর্তন চক্র

১৯-২৮। নাইট্রোজেনের বন্ধন (Fixation of Nitrogen)—বর্তমান যুগে কিন্তু মানুষের নাইট্রোজেন-যোগেব প্রয়োজন অনেক বাড়িয়া গিয়াছে। তাহাব কষেকটি কারণ আছে :—(১) লোকসংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়ার জগু খাওয়ার প্রয়োজন বেশী হইয়াছে। অতএব জমির উৎপাদনী-শক্তি বাড়ান দরকাব। এইজগু বহু কৃত্রিম সাংবে প্রয়োজন। সুতরাং অ্যামোনিয়াম লবণেব বিস্তার চাহিদা। (২) বর্তমান যুগেব জীবনযাত্রাব বহু উপকরণ প্রস্তুত কবাব জগু নাইট্রিক অ্যাসিডের প্রয়োজন। (৩) বর্তমান সমরোপকবণেব একটি প্রধান প্রয়োজন বিস্ফোরক দ্রব্য এবং অধিকাংশ বিস্ফোরকই নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে তৈয়ারী।

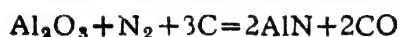
এই সকল প্রয়োজনে মানুষকে প্রচুর পরিমাণে অ্যামোনিয়া বা নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত কবিতে হয়। প্রকৃতির দানে ইহার সঙ্কলান হয় না এবং উহা আমাদের বিশেষ উদ্দেশ্যের পক্ষে সহজলভ্য নয়। অতএব বাতাসেব অক্ষুণ্ণ নাইট্রোজেনের কিয়দংশ যোগে পরিণত করা ছাড়া গত্যন্তর নাই। এই



শতাব্দীর বিজ্ঞানীরা চারিটি উপায়ে বায়ুর নাইট্রোজেনকে যৌগে পরিণত করাব চেষ্টা করিয়া সফল হইয়াছেন। ইহাকেই নাইট্রোজেন-বন্ধন বলা হয়।

(ক) বার্কল্যাণ্ড ও আইড প্রণালীতে নাইট্রিক অক্সাইড উৎপাদন ও উহাকে নাইট্রিক অ্যাসিডে পরিণত করা সম্ভব। অতিরিক্ত বায়ু ও প্রতৃত বিদ্যুৎশক্তিব প্রয়োজন হয় বলিয়া উহা এখন পরিত্যক্ত হইয়াছে। (পৃ: ২৫৬)

(খ) সারপেক প্রণালীতে বক্সাইট পনিজ ( $Al_2O_3$ ) ও কোক নাইট্রোজেনেব পরিবেশে  $1800^\circ$  সেন্টি উষ্ণতায় অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রাইডে পরিণত করা হয়। উহাকে পরে স্টীমের সাহায্যে আর্দ্র-বিপ্লবণ করিলে অ্যামোনিয়া পাওয়া যায়। কিন্তু ব্যয়সাধ্য বলিয়া এই পদ্ধতির আর প্রচলন নাই :



(গ) হেভাব প্রণালীতে নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনেব সংযোগে অ্যামোনিয়া প্রস্তুত হয়। বস্তুতঃ এই প্রণালীতেই প্রায় সমগ্র নাইট্রোজেন-বন্ধন সম্পন্ন হইতেছে। (পৃ: ২৬৮)

(ঘ) সাইনামাইড প্রণালীতে ক্যালসিয়াম কার্বাইড নাইট্রোজেনে উদ্ভূত কবিয়া নাইট্রোলাইম পাওয়া যায়। উহার আর্দ্র-বিপ্লবণে অ্যামোনিয়া উৎপাদিত হয়। এই উপায়েও কিছু নাইট্রোজেন-বন্ধন করা হয়। (পৃ: ২৬৭)

## বিংশ অধ্যায়

### হ্যালোজেন গোষ্ঠী

সম্প্রদায় শতাব্দীতে গ্লবার (Glauber) সমুদ্রজাত লবণ [সোডিয়াম ক্লোরাইড] ও গাট সালফিউবিক অ্যাসিডেব মিশ্রণ পাতিত করিয়া একটি গ্যাস প্রস্তুত করেন। উহাকে তখন “লবণের স্পিরিট বা গ্যাস” বলা হইত। ১৭৭২ সালে প্রিগলী লক্ষ্য করেন যে এই গ্যাসটি দ্রলে অত্যন্ত দ্রবণীয় এবং উহার জলীয় দ্রবণ অম্লাত্মক। ইহার নামকরণ করা হয়, “মিউরিয়টিক অ্যাসিড”। অল্পদূর হেতু ল্যাভয়সিয়ের গ্যাসটিকে কোন অধাতব অক্সাইড মনে ক’বিতেন। শীলে ম্যাগনিজ ডাই-অক্সাইডের সহিত এই মিউরিয়টিক

অ্যাসিড উদ্ভূত করিয়া একটি হরিতাভ গ্যাস পান। মিউরিয়াটিক অ্যাসিডের জারিত পদার্থ মনে করিয়া ইহার নামকরণ হয় অক্সি-মিউরিয়াটিক অ্যাসিড। বস্তুতঃ ইহাই ক্লোরিন। ডেভি (Davy) এই গ্যাসটির সম্যক পরীক্ষা করেন এবং দেখেন উহাতে অক্সিজেন নাই। তিনিই প্রথম প্রমাণ করেন যে, এই তথাকথিত অক্সি-মিউরিয়াটিক অ্যাসিড একটি মৌলিক পদার্থ। গ্রীক chloros শব্দের অর্থ হরিতাভ। এইজন্য তিনি এই গ্যাসীয় মৌলের নাম দেন ক্লোরিন। মিউরিয়াটিক অ্যাসিড হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের যৌগ, সেইজন্য উহাকে বলা হয় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড।

ক্লোরিন সমুদ্রের লবণ হইতে প্রথম পাওয়া যায়। গ্রীক ভাষায় *hals* অর্থে সামুদ্রিক লবণ বুঝায়, এবং যাহাব দ্বারা সামুদ্রিক লবণ উৎপন্ন হয় তাহাকে হ্যালোজেন (halogen) বলা যাইতে পারে। অতএব ক্লোরিন একটি হ্যালোজেন। পরে আবও তিনটি মৌলিক পদার্থ আবিষ্কৃত হয়,—ফ্লুরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিন। ইহাদের ধর্ম ও প্রকৃতি ক্লোরিনের অনুরূপ। ইহাদের সোডিয়াম যৌগগুলিও সোডিয়াম রোরাইড অর্থাৎ সামুদ্রিক লবণেব মত ব্যবহার কবে। তদুপরি বোমাইড ও আয়োডাইড লবণগুলি সমুদ্রেই পাওয়া যায়। স্ততরাং অনুরূপপদার্থী এই চারিটি মৌলকে একই পরিবারভুক্ত মনে করা যাইতে পারে এবং ইহাবা হ্যালোজেন নামে অভিহিত হয়। হ্যালোজেন হইতে উৎপন্ন দ্বিযৌগিক পদার্থগুলিকে হ্যালাইড বলা হয়।

## ফ্লুরিন

চিহ্ন, F .

পারমাণবিক গুরুত্ব = ১৯.০০ .

ক্রমাঙ্ক = ৯।

২০-১। ফ্লুরিন—ফ্লুরিন সর্বাধিক সক্রিয় মৌল এবং প্রায় সমস্ত পদার্থের সহিত ক্রিয়াশীল বলিয়া উহাকে মৌল অবস্থায় প্রকৃতিতে পাওয়া আদৌ সম্ভব নয়। বিভিন্ন যৌগরূপে ফ্লুরিন পাওয়া যায়, তন্মধ্যে তিনটি খনিজ বিশেষ উল্লেখযোগ্য :—

১। ফ্লুরোপার (Fluor spar)  $\text{CaF}_2$

২। ফ্লুরো-আপেটাইট (Fluor-Apatite),  $\text{CaF}_2$ ,  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

৩। ক্রায়োলাইট (Cryolite),  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$

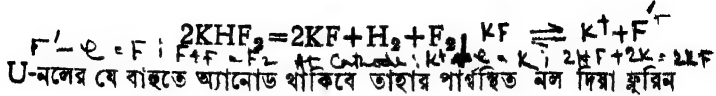
কোন কোন পাছে এবং জস্তর দাঁতে ও হাডে স্বল্প পরিমাণ ফ্লুরাইড থাকে।

১৭৭১ খ্রীষ্টাব্দে শালে প্রথমে ফ্লুয়োরস্পার ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ফুটাইয়া হাইড্রো-ক্লোরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করেন। ডেভিই প্রমাণ করেন যে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের মত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হাইড্রোজেন ও একটি অজ্ঞাত মৌল ফ্লুরিনের যৌগিক পদার্থ। কিন্তু ডেভি উহা হইতে ফ্লুরিন মৌলটি পৃথক করিতে সমর্থ হন নাই। পরবর্তী বিজ্ঞানীদের ফ্লুরিন আবিষ্কার করার সমস্ত চেষ্টাই বিফলতায় পর্যবসিত হয়। তাহার কারণ, ফ্লুরিন এত সক্রিয় যে উহা উৎপন্ন হইলেও জল বা যে পাত্রের উহা উৎপন্ন হয় তাহারই সহিত বিক্রিয়া করিয়া যৌগে পরিণত হয়। বিদ্যাবিস্লেষণের দ্বারা যৌগ হইতে মৌল প্রস্তুতির একটি পদ্ধতি আছে। কিন্তু এই প্রক্রিয়াতেও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে ফ্লুরিন পাওয়া সম্ভব হয় নাই। হবার জলীয় দ্রবণ বিদ্যাবিস্লেষণে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন উৎপন্ন কবে। আর অনার্দ্র হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড আদৌ গিদ্দাৎ-পরিবাহী নয়, উপরন্তু উহা অত্যন্ত উষ্ণায়ী এবং বিষাক্ত।

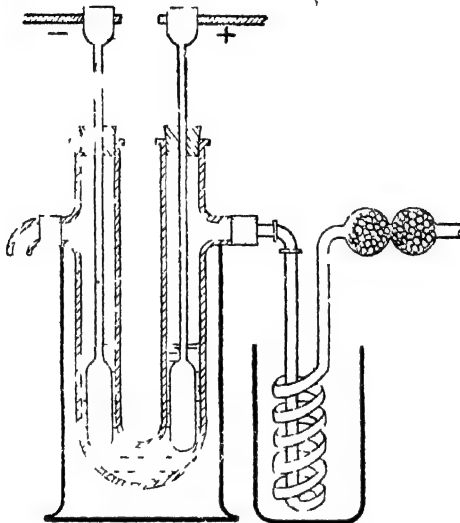
গোব (Gore) প্রথমে দেখান যে অনার্দ্র হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে পটাসিয়াম হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ( $KHF_2$ ) দ্রবীভূত হয় এবং এই দ্রবণটি বিদ্যাবিস্লেষণে পরিবাহী। প্যাটিনাম-ইরিডিয়াম স্ক্রব ধাতুর পাত্রে উক্ত দ্রবণকে বিদ্যাবিস্লেষণ করিয়া ময়সা (Moissan) ১৮৮৬ খ্রীষ্টাব্দে সর্বপ্রথম ফ্লুরিন আবিষ্কার করার কৃতিত্ব অর্জন করেন।

২০-২। ময়সার পর্বীক্ষণঃ ময়সার ফ্লুরিন প্রস্তুতির পর্বীক্ষণটি ইতিহাস-প্রসিদ্ধ। তিনি প্যাটিনাম ইরিডিয়াম স্ক্রব ধাতুর একটি U-নলে এই পর্বীক্ষণটি সম্পন্ন করেন। U-নলটির দুইটি মুখ ফ্লুয়োরস্পার নির্মিত কর্ক দ্বারা বন্ধ কবা হয়। এই কর্কের ভিতর দিয়া সেই একই স্ক্রব ধাতুর দুইটি তড়িদ্বার প্রবেশ করান হয়। তড়িদ্বার দুইটি নীচেব দিকে অনেকটা চ্যাপটা কবা ছিল। কর্ক-দুইটির চারিদিকে উত্তমরূপে গালাদ্বারা বন্ধ কবিয়া দেওয়া হয় যাহাতে কোনরূপ ছিদ্র না থাকে। উৎপন্ন গ্যাস বাহির হওয়াব জন্ত U-নলের দুই পাশে দুইটি সরু নিগম-নল ছিল। একটি বড় পাত্রে এই U-নলটি তরল মিথাইল-ক্লোরাইডে (স্ফটনিক =  $-20^\circ$ ) নিমজ্জিত করিয়া রাখা হয় (চিত্র ২০ক)।

পটাসিয়াম হাইড্রোজেন-ক্লোরাইড অনার্দ্র হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত কবিয়া U-নলে লওয়া হয়। তড়িদ্বার দুইটি ব্যাটারীর সম্বন্ধিত সংযোগ করিয়া দিলেই তড়িৎ-বিশ্লেষণ শুরু হয় এবং পরা-প্রাপ্তে (অ্যানোডে) ফ্লুরিন পাওয়া যায়। প্রচুর পরিমাণে তরল মিথাইল ক্লোরাইডে U-নলটি নিমজ্জিত রাখিয়া উহাকে খুব শীতল রাখা হয়, নতুবা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উবিয়া যাইবে।



বাহির হইয়া আসে। এই ফ্লুরিনের সহিত হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড অবশ্যই মিশ্রিত থাকে। অতঃপর ইহা একটি প্লাটিনাম নিমিত সপিল শীতকনলে প্রবেশ করে। এই নলটিও মিথাইল-ক্লোরাইডে রাখা হয়। ইহাতে অধিকাংশ



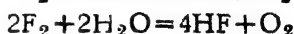
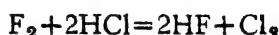
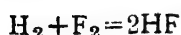
চিত্র ২০ক—ফ্লুরিন প্রস্তুতি

হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড তরলিত হইয়া যায়। অতঃপর গ্যাসটি শুষ্ক সোডিয়াম ক্লোরাইড-পূর্ণ দুইটি প্লাটিনাম-বালবের ভিতর দিয়া প্রবাহিত হয়। ফলে, গ্যাসটি সম্পূর্ণরূপে হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড হইতে মুক্ত হয় এবং বিশুদ্ধ ফ্লুরিন গ্যাস পাওয়া যায়। বায়ুর উর্ধ্বভ্রংশের দ্বারা উহাকে প্লাটিনাম পাত্রে সংগৃহীত করা হয়।

২০০। ফ্লুরিনের ধর্মঃ ফ্লুরিন একটি তীব্রগন্ধযুক্ত ঈষৎ-শীত বর্ণের গ্যাস। গ্যাসটি বিবাক্ত এবং বায়ু অপেক্ষা ভারী।

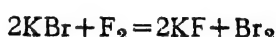
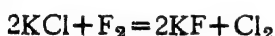
ফ্লুরিনের রাসায়নিক সক্রিয়তা সকলের চেয়ে বেশী। নাইটোজেন, অক্সিজেন ও নিক্সিয় গ্যাস ব্যতীত সমস্ত মৌলের সহিত ইহা প্রত্যক্ষভাবে সংযুক্ত হয়।

হাইড্রোজেনের সহিত ইহা সাধারণ উষ্ণতায় এবং আলোর অভাবেও বিস্ফোরণপূর্বক মিলিত হয়। এমন কি, ইহার হাইড্রোজেন-আসক্তি এত বেশী যে অপর কোন হাইড্রোজেন-যোগ হইতে ইহা হাইড্রোজেনকে বিচ্ছিন্ন করিয়া হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে :—



অধিকাংশ ধাতুই ইহার সংস্পর্শে ফ্লোরাইডে পরিণত হয়। গোল্ড, প্লাটিনাম ও কপারের ক্ষেত্রে একটু বেশী উষ্ণতা প্রয়োজন হয়। কসফাস, সালফার, আয়োডিন, ব্রোমিন, কার্বন, সিলিকন, অ্যান্টিমনি, পটাসিয়াম প্রভৃতি ফ্লুরিন-গ্যাসে জলিয়া উঠে ও স্ব স্ব ফ্লোরাইডে পরিণত হয়।

ফ্লুরিন অক্সিজেন হ্যালাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া হ্যালাজেন উৎপন্ন করে ও ফ্লোবাইডে পরিণত হইয়া যায় :—



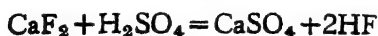
প্রায় সমস্ত জৈব পদার্থই ফ্লুরিনে আক্রান্ত হয় এবং কার্বন টেট্রাফ্লোরাইড, হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড ইত্যাদি যোগ গঠিত হয়। কোহল, তাম্বিন তেল প্রভৃতি ফ্লুরিনের সংস্পর্শে প্রজ্বলিত হইয়া উঠে।

ফ্লুরিন গ্যাস ও কষ্টিক সোডার দ্রবণের বিক্রিয়াতে ফ্লুরিন অক্সাইড গ্যাস পাওয়া যায় :— $2\text{F}_2 + 2\text{NaOH} = \text{F}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaF}$

২০-৪। হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড HF : হাইড্রোজেন ও ফ্লুরিনের যোগকে হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড বলে। ইহা একটি অম্ল-জাতীয় পদার্থ। ইহার জলীয় দ্রবণ হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড নামে অভিহিত হয়।

প্রস্তুতি : মোল উপাদান দুইটির প্রত্যক্ষ সংযোগেই হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড পাওয়া যাইতে পারে।  $\text{H}_2 + \text{F}_2 = 2\text{HF}$

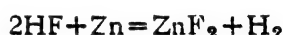
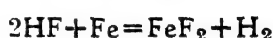
কিন্তু সচরাচর সাধারণ বকযন্ত্রে ফ্লুরোরস্পারের সহিত সালফিউরিক অ্যাসিড পাতিত করিয়া হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড তৈয়ারী করা হয়।



পাতিত গ্যাসটি জলে দ্রবীভূত করিলে হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। উহা মোম বা গ্যাটাপার্চার বোতলে রাখা হয়। কাচের বোতল ব্যবহার করা যায় না, কারণ ইহার সহিত কাচের বিক্রিয়া হয়।

প্লাটিনামের পাत्रে শুষ্ক পটাসিয়াম-হাইড্রোজেন-ফ্লোরাইড উত্তপ্ত করিলে উহা বিযোজিত হইয়া যায় এবং হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড গ্যাস নির্গত হয়। এই গ্যাসটিকে প্লাটিনাম দীপ্তকে ঠাণ্ডা করিয়া তরল করা হয় এবং একটি প্লাটিনামের পাत्रে রাখা হয়। এইভাবে বিশুদ্ধ অনার্জ হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়।  $KHF_2 = KF + HF$

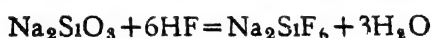
২০-৩। হাইড্রোজেন ফ্লোরাইডের ধর্মঃ হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড একটি বর্ণহীন গ্যাস। ইহা জলে দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড একটি মৃদু অম্ল। গোন্ধ, সিলভার, প্লাটিনাম, মারকারি ও লেড ব্যতীত প্রায় সমস্ত ধাতুই হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।



সিলিকার (বালু) সহিত বিক্রিয়া হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের বিশেষ ধর্ম। সিলিকা সিলিকন-ট্রেট্রাফ্লোরাইডে পরিণত হইয়া যায়, কিন্তু অ্যাসিডের পরিমাণ বেশী থাকিলে উহা হাইড্রোফ্লো-সিলিসিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

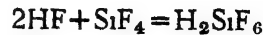
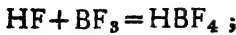


কাচের ভিতর সিলিকা এবং অগ্ন্যন্ত সিলিকেট লবণ আছে। হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডে উহার আক্রান্ত হইয়া ফ্লোসিলিকেটে কণাস্থিত হয়। এইজন্যই হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড কাচের পাत्रে রাখা হয় না।



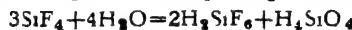
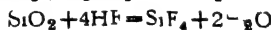
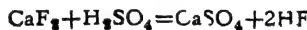
এই ক্রিয়ার সাহায্যে কাচের উপর দাগ কাটা বা অঙ্কন সম্ভব কাচের উপবিভাগ পরিষ্কার কবিয়া একটি মোমের আবরণ দেওয়া হয়। অতঃপর মোমের উপর একটি সরু কলম দ্বারা প্রয়োজনীয় লেখা বা অঙ্কন খোদাই করা হয়। ইহার উপর হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণ ঢালিয়া দেওয়া হয়। অঙ্কিত স্থানে অ্যাসিড কাচের সংস্পর্শে আসে ও উহাকে আক্রমণ করে, অগ্ন্যন্ত স্থান মোমে আবৃত থাকে বলিয়া অক্ষত থাকে। মোমের উপর অ্যাসিডেব কোন ক্রিয়া নাই। যখন খানিকটা কাচ দ্রবীভূত হইয়া যায়, অ্যাসিড ধুইয়া ফেলা হয় এবং মোম তুলিয়া ফেলা হয়। হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড গ্যাস দ্বারাও কাচের উপর দাগ কাটা সম্ভব। কিন্তু উহাতে অঙ্কনগুলি অক্ষত হইয়া থাকে।

হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড বিভিন্ন অধাতব ফ্লোরাইডের সহিত যুত-যৌগিক সৃষ্টি করে।



হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড একটি তীব্র বিষ। উহা শরীরের উপর পড়িলে যন্ত্রণাদায়ক ধা হয়। হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড প্রাশাসেব সহিত গ্রহণ করিলে বাঞ্ছনীয় রহিত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

২০-৬। হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের পরীক্ষাঃ কোন ফ্লোরাইডের পরীক্ষা করিতে হইলে উহা একটি কাচের টেস্ট-টিউবে সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করা হয়। টেস্ট-টিউবের মধ্যে একটি কাচ দণ্ডে এক ঘোঁটা জল ধবিলে উহা প্রথমে ঘোলা হইয়া পরে শক্ত হইয়া যাইবে। যেমন :



\* হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিড টেস্ট-টিউবের কাচের সহিত দ্রিয়ার ফলে  $\text{SiF}_4$  উৎপন্ন করে। ইহা গ্যাস অবস্থায় বাহ্যিকের জলের সংস্পর্শে আসিলেই  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ -এর উৎপত্তি হয়।  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  তলে জমিয়া কঠিন হয়।

ব্যবহারঃ (ক) কাচের উপর লেখার জন্তু ইহা সর্বদা ব্যবহৃত হয়। (খ) কোহল-শিল্পে বীজবায়ক হিসাবে ইহার ব্যবহার আছে। (গ) সোডিয়াম ও জিক্স ফ্লোরাইড কাঠশিল্পে প্রযোজন।

## ক্লোরিন

চিহ্ন, Cl,

পারমাণবিক গুরুত্ব = ৩৫.৫,

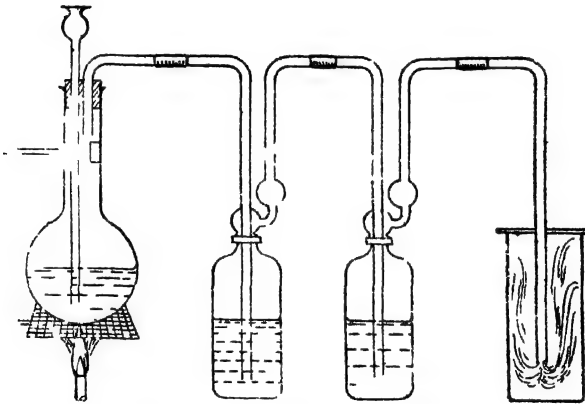
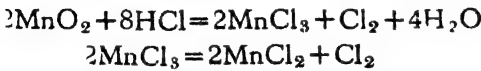
ক্রমাংক = ৭

মৌলবস্তায় ক্লোরিন প্রকৃতিতে থাকে না। উহার প্রকৃতিলব্ধ যৌগগুলিব মধ্যে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) এবং পটাশিয়াম ক্লোরাইড (KCl) বিশেষ উল্লেখযোগ্য। সমুদ্রের জলে ও লবণের খনিতে যথেষ্ট সোডিয়াম ক্লোরাইড আছে। জার্মানীর স্টাসফার্ট নৃপে পটাশিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়।

২০-৭। প্রস্তুতিঃ ল্যাবরেটরী পদ্ধতিঃ ল্যাবরেটরীতে সর্বদাই ম্যাংকানিজ ডাই-অক্সাইড দ্বারা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড জারিত করিয়া ক্লোরিন তৈয়ারী করা হয়।



একটি কুপীতে কিছু ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড [ বা পাইরোলুসাইট খনিজ (  $MnO_2$  ) ] এবং গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড লওয়া হয়। কুপীট একটি কর্ক দ্বারা বন্ধ থাকে। এই কর্কের ভিতর দিয়া একটি দীর্ঘনাল-ফানেল ও একটি নির্গম-নল লাগান থাকে। দীর্ঘনাল-ফানেলের ভিতরের প্রান্তটি অ্যাসিডে ডুবান থাকে। কুপীটিকে অতঃপর তারজালির উপর রাখিয়া আস্তে আস্তে তাপিত করা হয়। ইহাতে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন হয়। বস্তুতঃ এই বাসায়নিক বিক্রিয়াটি দুইটি পর্যায়ে সম্পন্ন হয়। প্রথমতঃ, ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড ম্যাঙ্গানিজ ট্রাই-ক্লোরাইডে পরিণত হয়, পরে উত্তাপে উহা ভাঙিয়া ম্যাঙ্গানাস ক্লোরাইডে রূপান্তরিত হয়।

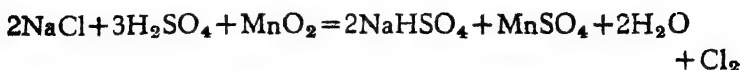


চিত্র ২০খ—ল্যাবরেটরীতে ক্লোরিন-প্রস্তুতি

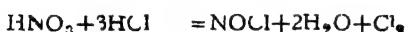
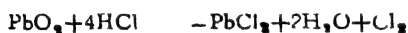
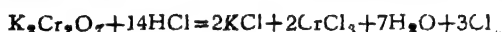
উৎপন্ন ক্লোরিন একটি গ্যাস। উহা নির্গম-নল দিয়া বাহির হইতে থাকে। উহার সহিত কিছু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস এবং জলীয় বাষ্প মিশ্রিত থাকে। নিগত গ্যাসটিকে অতঃপর জল এবং  $H_2SO_4$  পূর্ণ দুইটি গ্যাস-ধাবকের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। ইহাতে উহার  $HCl$  এবং জলীয় বাষ্প দূরীভূত হয়। ইহার পর ক্লোরিন বায়ুর উর্ধ্বভ্রংশের দ্বারা গ্যাস-ভার বা অন্ত কোন পাত্রে সংগৃহীত করা হয় ( চিত্র ২০খ )।



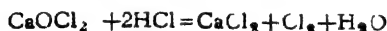
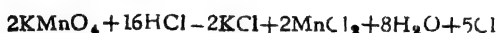
হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের পরিবর্তে ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইডের সহিত সোডিয়াম ক্লোরাইড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিলেও ক্লোরিন পাওয়া যাইবে। কারণ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড  $\text{NaCl}$  হইতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে এবং উহা  $\text{MnO}_2$  দ্বারা জারিত হয়—



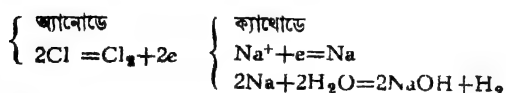
এই পদ্ধতিতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড দ্বারা জারিত হইয়াছে। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন বিচ্যুত করিয়া এই জারণ-ক্রিয়া সম্পন্ন হইয়াছে। অন্যান্য জারক-দ্রব্যের সহিত গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিলেও অনুরূপ জারণ দ্বারা ক্লোরিন পাওয়া যায়। পটাসিয়াম ডাই ক্রোমেট লেড ডাই অক্সাইড নাহাৎ, ক অ্যাসিড প্রভৃতি এইজন্ত ব্যবহার করা যাইতে পারে :—



মাস্যিক উক্তায় পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ( কঠিন অবস্থায় ), রীচিং পাউডার প্রভৃতি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে জারিত করে—

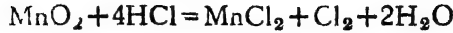


(২) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এবং অন্যান্য ধাতব ক্লোরাইডের দ্রবণের বিত্যাং-বিশ্লেষণ দ্বারাও ক্লোরিন পাওয়া যাইতে পারে। বস্তুতঃ বর্তমানে অধিক পরিমাণ ক্লোরিন প্রয়োজন হইলে সবদাই উহা সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের তড়িৎ-বিয়োজন দ্বারা প্রস্তুত করা হয়।

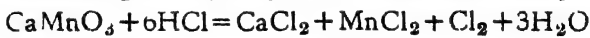
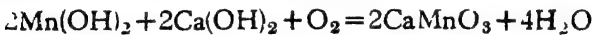
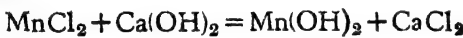


**শিল্প-পদ্ধতি :** অনেক রকম বাসায়নিক শিল্পে ক্লোরিনের প্রয়োজন হয়। এইজন্ত প্রচুর পরিমাণে ইহা প্রস্তুত করিতে হয়। অধিক পরিমাণ ক্লোরিন উৎপাদনে তিনটি বিভিন্ন প্রণালী প্রয়োগ করা হইয়াছে।

২০৮। (১) ওয়েলডন প্রণালী (Weldon Process) :  
ইহাতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে পাইরোলুসাইট খনিজ দ্বারা জারিত করা হয়।



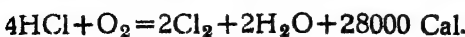
এই বিক্রিয়াতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অর্ধেকটা ক্লোরিন মৌল হিসাবে পাওয়া যায়। অপর অর্ধেক  $\text{MnCl}_2$  এর পরিণত হইয়া যায়।  $\text{MnCl}_2$  কে পুনরায় জারক পদার্থে পরিণত করিতে পারায় এই প্রণালীটি ক্লোরিনের শিল্প হিসাবে সার্থক হইয়াছে। উৎপন্ন  $\text{MnCl}_2$  দ্রবীভূত থাকে। উহাকে প্রথমে একটি ট্যাঙ্কে লইয়া উহার সহিত চূনাপাথর (Limestone,  $\text{CaCO}_3$ ) মিশান হয়। ইহাতে উহাব সঙ্গে যে সমস্ত অ্যাসিড থাকে তাহা প্রশমিত হইয়া যায় এবং অনেক অপ্রয়োজনীয় পদার্থ (যেমন,  $\text{FeCl}_3$ ) অধঃক্ষিপ্ত হইয়া যায়। ট্যাঙ্কের উপর হইতে পবিষ্কাব  $\text{MnCl}_2$  দ্রবণটিকে অপর একটি প্রকোষ্ঠে লইয়া আসা হয় এবং উহা যথেষ্ট গোলা-চুন (milk of lime) মিশান হয়। সঙ্গে সঙ্গে উহাব ভিতরে বাতাস ও স্ত্রীম পবিচালনা করা হয়। ইহাতে  $\text{MnCl}_2$  সঞ্চিত হইয়া শেষ পর্যন্ত ক্যালসিয়াম-ম্যাঙ্গানাইটে পরিণত হয় এবং গাঙ্গের মত নীচে জমিতে থাকে। হহাকে “ওয়েলডন-মাড” বলা হয়। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড জারিত করার জন্য উহা পুনরায় ব্যবহৃত হয়।



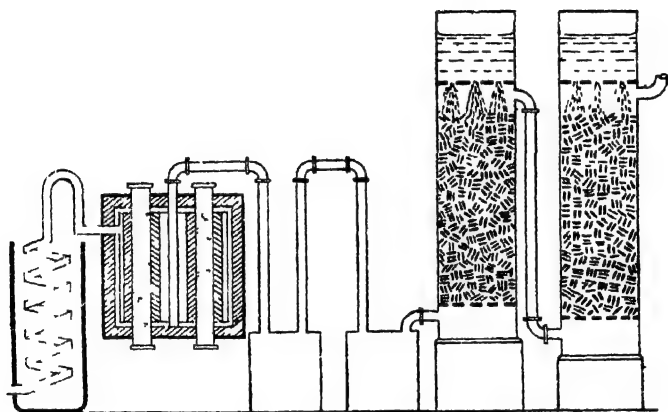
সর্বদাই  $\text{MnCl}_2$  কে ক্যালসিয়াম ম্যাঙ্গানাইটে পরিণত করিয়া লওয়ার ফলে পাইরোলুসাইটের বায় অনেক কম হয়।

এই প্রণালীতে অপেক্ষাকৃত বিশুদ্ধ এবং গাঢ় ক্লোরিন পাওয়া গেলেও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের মাত্র এক-তৃতীয়াংশ ক্লোরিন মৌল অবশ্যই পাওয়া সম্ভব। উপজাত  $\text{CaCl}_2$  এর কোন ব্যবহার নাই। এই কারণেই বর্তমানে এই প্রণালীটির আর প্রচলন নাই।

২০৯। (২) ডিকনের প্রণালী (Deacon's Process) :  
এই পদ্ধতিতে কপার ক্লোরাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে বাতাসের অক্সিজেন দ্বারা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে জারিত করিয়া ক্লোরিন প্রস্তুত করা হয়

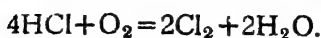
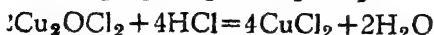
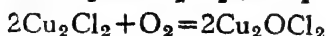


সালফিউরিক অ্যাসিড ও খাঙ্কলবণ উত্তপ্ত করিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। বিশুদ্ধ অবস্থায় উৎপন্ন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসের সহিত উহার চারিগুণ আয়তন বাতাস মিশ্রিত করা হয়। গ্যাস-মিশ্রণটিকে অতঃপর একটি তপ্ত-প্রকোষ্ঠে কতকগুলি সরু লোহার নলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিয়া উহার উষ্ণতা  $200^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড করা হয়। ইহার পর, আংশিক উত্তপ্ত গ্যাসমিশ্রণটি বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠে প্রবেশ কবে। এই বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠগুলিতে কিউপ্রিক-ক্লোরাইড দ্রবণে সিক্ত বামাপাথর  $850^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় রাখা হয়। ইহার সংস্পর্শে আসিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড



চিত্র ২০গ—ডিকনের ক্লোরিন

বাতাসের অক্সিজেনে জারিত হয়। নিম্নলিখিত বিক্রিয়াসমূহ সংঘটনের ফলেই ক্লোরিন উৎপন্ন হইয়া থাকে।



ডিকনের প্রণালীতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের প্রায় সমস্তটুকু ক্লোরিনই মৌলবস্থায় পাওয়া যায়। এই জন্তই ওয়েলডন প্রণালীর তুলনায় ডিকনের ক্লোরিন স্বল্পব্যয়ে পাওয়া সম্ভব। তবে এই ক্লোরিন সেরূপ বিশুদ্ধ নয়।

ব্লীচিং পাউডার প্রভৃতি তৈয়ারীর পক্ষে ডিকনের ক্লোরিন স্বচ্ছন্দে ব্যবহার করা যাইতে পারে।

২০-১০। তড়িৎ-বিশ্লেষণ-পদ্ধতি : বর্তমানে সমস্ত ক্লোরিনই সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ-বিশ্লেষণে প্রস্তুত হয়। সমুদ্রের জল আংশিক বাষ্পীভূত করিয়া ফেলিলে লবণের একটি গাঢ় দ্রবণ পাওয়া যায়। ইহাকে লবণোদক বা “ব্রাইন” বলে। ইহাব তিতর দিয়া বিদ্যুৎপ্রবাহ দিলে সোডিয়াম ক্লোরাইড বিশোজিত হয়। অ্যানোডে ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। এই ক্লোরিন বিশুদ্ধ, গাঢ় এবং সহজপ্রাপ্য। কাঁচামালও বেশ হুলভ। এইজন্যই ওয়েলডন ও ডিকন প্রণালী লোপ পাইয়াছে। কষ্টক সাভার প্রসঙ্গে এই পদ্ধতিটির বিস্তারিত আলোচনা করা হইবে।

২০-১১। ক্লোরিনের ধর্ম : ক্লোরিন একটি হরিতাভ-পীত বর্ণের গ্যাস। বাতাস অপেক্ষা উহা অনেক ভারী, বাষ্প ঘনত্ব = ৩.৫। গ্যাসটিব একটি তীব্র অপ্রাণিকব গন্ধ আছে এবং উহা একটি বিষ। শরীরের দ্বক বা শৈল্পিক বিপীকে ইহা মাঝামাঝতাবে আক্রমণ করে। হহা জলে অনতিদ্রবণীয়। শীতল অবস্থায় অল্প চাপেই ক্লোরিন তরলীভূত হয়।

ক্লোরিনেব বাসায়নিক সক্রিয়তা সমধিক।

(১) বহু মোলের সহিত ক্লোরিন প্রত্যক্ষভাবে সংযুক্ত হইয়া ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। আয়বন, মাংকারি, জিঙ্ক, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি উহাদের ক্লোরাইডে পরিণত হইয়া যায়।



ফসফরাস, আর্সেনিক, অ্যান্টিমনি, কপার, সোডিয়াম প্রভৃতি ক্লোরিন গ্যাসের সংস্পর্শে প্রজ্বলিত হইয়া উঠে এবং উহাদের ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। আলো ও তাপ সহকারে এই সকল বিক্রিয়া নিষ্পন্ন হয়। হুতরাং ইহাদের দহন-ক্রিয়া বলা যাইতে পারে। ক্লোরিন গ্যাসটি নিজে অবশ্য দাহ্য নয়।

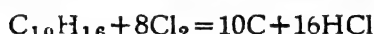


(২) ক্লোরিনের হাইড্রোজেন-আসক্তি খুব বেশী।

একেবারে অন্ধকারে স্বাভাবিক উষ্ণতায় হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের সংযোগ ঘটে না। কিন্তু হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের মিশ্রণ যদি স্বল্পালোকে রাখা যায়

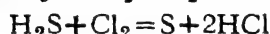
তবে আন্তে আন্তে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। স্বর্ষালোকে এই সংযোগটি বিক্ষোৰণ পৰ্বক সম্পাদিত হইয়া থাকে। একটি হাইড্রোজেনের জলন্ত শিখা ক্লোরিনের ভিতর প্রবেশ করাইলে উহা জ্বলিতে থাকে এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে থাকে। সমায়তন হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন গ্যাসেৰ মিশ্রণে আগুন ধরাইয়া দিলে বিক্ষোৰণ হয় এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।  $H_2 + Cl_2 = 2HCl$

ক্লোবিন অক্সিজেন যৌগের মধ্যস্থিত হাইড্রোজেনের সহিতও সংযুক্ত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। যেমন, একটি তাম্বিন-তৈলসিক্ত ফিন্টার কাগজ ক্লোবিন গ্যাসের ভিতর ছাড়িয়া দিলে উহা জ্বলিয়া উঠে এবং কার্বনে পরিণত হয়। বিক্রিয়ার ফলে  $HCl$  পাওয়া যায়।

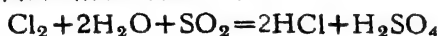


(৩) হাইড্রোজেনের প্রতি এষ্ট আসক্তিব ফলে ক্লোরিনের জারণশক্তি দেখা যায়। কোন কোন ক্ষেত্রে ক্লোরিন সোজাসুজি যুক্ত হইয়া পদার্থকে জারিত কবে :  $-2FeCl_2 + Cl_2 = 2FeCl_3$  ;  $SnCl_2 + Cl_2 = SnCl_4$ .

আবাব, কোন কোন ক্ষেত্রে হাইড্রোজেনকে স্থানচ্যুত কবিয়া ক্লোরিন পদার্থটিকে জারিত করে এবং নিজে বিজারিত হইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে পরিণত হয় :  $-2NH_3 + 3Cl_2 = N_2 + 6HCl$



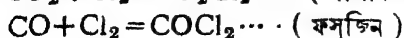
ক্লোবিন জলের সাহায্যে কোন কোন পদার্থের সহিত অক্সিজেন যুক্ত কবিয়াও উহাদিগকে জারিত করিতে পারে :—



(৪) ক্লোরিন ব্রোমাইড ও আয়োডাইড হইতে যথাক্রমে ব্রোমিন ও আয়োডিন উৎপাদন করিতে পারে :



(৫) কোন কোন অধাতব অক্সাইডের সহিত ইহা সোজাসুজি যুক্ত হইয়া যুত-যৌগিক উৎপাদন করে :



[ প্রাদিক অক্সার প্রভাবক হিসাবে ব্যবহার করিলে সংযোগটি সহজে নিম্পন্ন হয়। ]

(৬) ক্লোরিনের জলীয় দ্রবণ অনেকক্ষণ রাখিয়া দিলে ক্রমশঃ হাইড্রোক্লোরিক ও হাইপোক্লোরাস অ্যাসিডে পরিণত হয়। সূর্যালোকে ইহা অধিকতর দ্রুত সম্পন্ন হয় এবং তীব্র আলোক সম্পাতে জল হইতে অক্সিজেন বাহির হইয়া যায়।

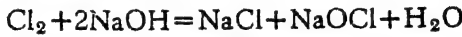


অথবা, আলোকের সাহায্যে,  $2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HCl} + \text{O}_2$

বরফের মত শীতল জলে ক্লোরিন দিলে উহা হইতে ক্লোরিন হাইড্রেট  $\text{Cl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  কেলাসিত হয়।

(৭) বিভিন্ন ক্ষারক দ্রব্যের সহিত ক্লোরিনের বিক্রিয়া বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

ক্ষারকেব লঘু দ্রবণের সহিত ক্লোরিন স্বাভাবিক উষ্ণতায় বিক্রিয়া করিয়া ক্লোরাইড ও হাইপোক্লোরাইট উৎপন্ন করে। কঠিক সোডায় লঘু দ্রবণ স্বাভাবিক উষ্ণতায় ক্লোরিনের সাহায্যে সোডিয়াম ক্লোরাইড ও হাইপোক্লোরাইটে পরিণত হয় :



কিন্তু উষ্ণতা বৃদ্ধি কবিলে হাইপোক্লোরাইট লবণগুলি বিঘোজিত হইয়া ক্লোরেট লবণে রূপান্তরিত হইয়া যায়।

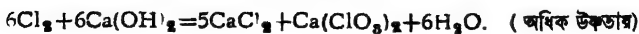
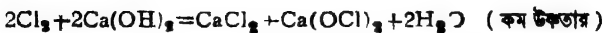


সুতরাং অধিকতর উষ্ণতায় অতিরিক্ত ক্লোরিন যদি ক্ষারকের গাঢ় দ্রবণে প্রবাহিত করা যায় তাহা হইলে ক্লোরাইড ও ক্লোরেট লবণের উৎপত্তি হয়। হাইপোক্লোরাইট পাওয়া যায় না।

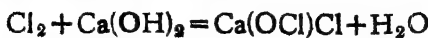


হাইপোক্লোরাইট ও ক্লোরেট লবণসমূহ সাধারণতঃ এইভাবেই তৈয়ারী করা হয়।

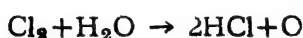
চুনেব জলও ক্ষারকের দ্রবণ। সুতরাং ক্লোরিনের সহিত উহারও ঐরূপ বিক্রিয়া ঘটে।



প্রায় 40° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় কলিচুনের উপর ক্লোরিন গ্যাস পরিচালিত কবিলে ইহা ব্লীচিং পাউডারে পরিণত হয় :



(৮) সাধারণ জৈব রঙসমূহকে ক্লোরিন বিরঞ্জিত করিয়া থাকে। রঙীন ফুল বা পাতা অথবা রঙীন বস্ত্রখণ্ড ক্লোরিনপূর্ণ গ্যাসজারে রাখিয়া দিলে উহার সাদা হইয়া যায়। কিন্তু বিশুদ্ধ ক্লোরিনের বিরঞ্জন-ক্ষমতা নাই। সম্পূর্ণ নির্জল ক্লোরিনের এই ধর্মটি নাই। ক্লোরিন দ্রবতঃ প্রথমে জল হইতে জায়মান অক্সিজেন উৎপাদন করে। এই জায়মান অক্সিজেন রঙসমূহকে জাবিত করিয়া সাদা কবে। সুতরাং ক্লোরিন জারণ-ক্রিয়া দ্বারা বিবঞ্জন করে।



ছাপা কালি অবশ্য ক্লোরিনে বিবঞ্জিত হয় না, কাবণ ছাপাকালিতে কার্বন থাকে, উহা জায়মান অক্সিজেনের দ্বারাও জাবিত হয় না।

২০১২। ক্লোরিনের পরীক্ষা : স্টার্চ ও পটাসিয়াম অয়োডাইড দ্রবণে সিন্ধু একটি কাগজের টুকরা ক্লোরিন গ্যাসে বা উহার জলীয় দ্রবণে দিলে উহা নীল হইয়া যাবে। ইহা দ্বারা সাধারণতঃ ক্লোরিনের পরীক্ষা করা হয়।

ব্যবহার : (১) ব্লীচিং পাউডার প্রস্তুতিতে ক্লোরিনের বহুল ব্যবহার হয় বর্তমানে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডও ক্লোরিন ও হাইড্রোজেন সংযোগে প্রস্তুত করা হয়। এতদ্ব্যতীত ক্লোরোকম, ব্রোমিন, ক্লোরেট প্রভৃতি রাসায়নিক দ্রব্য তৈয়ারী করিতে ক্লোরিন ব্যবহৃত হয়। (২) কসজিন গ্যাস, মাল্টাড গ্যাস প্রভৃতি যুদ্ধে প্রয়োজনীয় বিষাক্ত গ্যাস তৈয়ারী করিতেও ক্লোরিনের প্রয়োজন। (৩) খনিজ হইতে স্বর্ণ নিষ্কাশন এবং কাগজ শিল্পে, কাঠ খড় ইত্যাদির বিরঞ্জেও ক্লোরিন ব্যবহৃত হয়। (৪) বীজবারণ হিসাবে উহার ব্যবহার আছে। পানীতে অনেক সময় ক্লোরিনের সাহায্যে জীবাণুমুক্ত করা হয়।

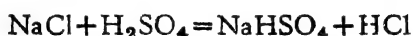
## হাইড্রোজেন ক্লোরাইড

(হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, HCl)

হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের এই দ্বিযোগিক পদার্থটিকে স্বাভাবিক উষ্ণতায় একটি গ্যাসরূপে পাওয়া যায়। উহা অল্প জাতীয় এবং জলে অত্যধিক দ্রবণীয়। গ্যাস অবস্থায় ইহাকে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস বলে। জলীয় দ্রবণটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড।

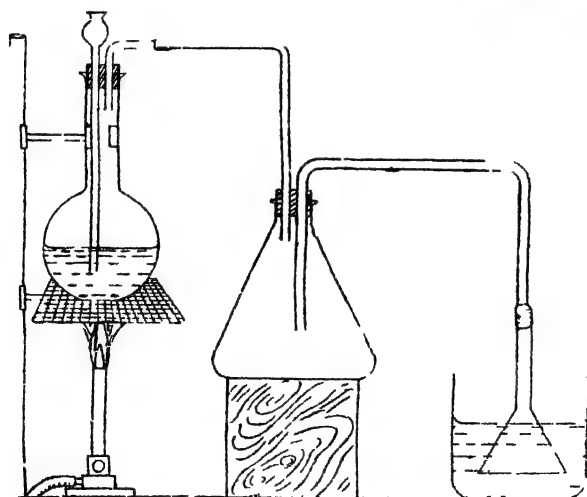
২০-১৩। প্রস্তুতি : ল্যাবরেটরী পদ্ধতি :—সাধারণতঃ ল্যাবরেটরীতে সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত সালফিউরিক অ্যাসিডের

বিক্রিয়ার দ্বারা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়। একটি কুপীতে খানিকটা খাত্ত লবণ লওয়া হয়, কুপীটির মুখ কৰ্ক দ্বারা বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। এই কৰ্কে একটি দীর্ঘনাল-ফানেল ও একটি নির্গম-নল সংযুক্ত থাকে। দীর্ঘনাল-ফানেলের মধ্য দিয়া গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া দেওয়া হয়, যাহাতে সমস্ত সোডিয়াম ক্লোরাইড উহাধাবা আবৃত হইয়া যায় এবং ফানেলের প্রান্তটি অ্যাসিডে নিমজ্জিত থাকে। পদার্থ দুইটি মিশ্রিত হইলেই হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস উৎপন্ন হইতে আরম্ভ করে। ইহার পর কুপীটিকে তারজালিতে রাখিয়া অল্প অল্প তাপিত করা হয় এবং প্রয়োজনীয় পরিমাণ গ্যাস প্রস্তুত করা যায়।



নির্গম-নল দিয়া যে গ্যাস বাহিব হইয়া আসে উহাকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড-পূর্ণ একটি গ্যাস-ধাবকের ভিতর দিয়া পৰিচালিত করিয়া অনাড় করা হয়। পাবদেব উপর অথবা বায়ব উৎকর্ষণেব দ্বারা গ্যাসজারে এই অনাড় গ্যাস সংগৃহীত হয়।

পক্ষান্তরে, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রবণের প্রয়োজন থাকিলে কুপী হইতে নির্গত গ্যাসটি একটি পালি বোতলেব মধ্য দিয়া প্রবাহিত কবাইয়া নল-যোগে একটি জলের পাত্রে প্রবেশ করান হয় (চিত্র ২০ঘ)। এই নলের শেষে একটি

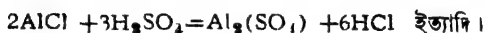
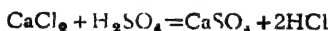


চিত্র ২০ঘ—হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রস্তুতি

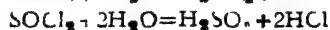
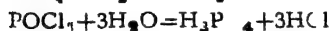
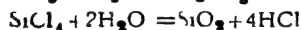
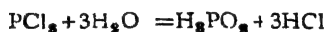


ফানেল যুক্ত থাকে এবং ফানেলটি জলের সমতলে রাখা হয়। ইহার কারণ, হাইড্রোজেন ক্লোরাইড জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়। যে গতিতে গ্যাসটি উৎপন্ন হয় তাহার চেয়ে দ্রুতগতিতে উহা দ্রবীভূত হইয়া যায়। সুতরাং নল বাহিয়া জল উপরের দিকে উঠিয়া উত্তপ্ত কুপীতে ঢুকিতে পারে। তাহাতে কাচের কুপীটি ফাটিয়া যাইবে। ফানেলটি থাকিলে অতঃসহজে জল উঠিতে পারে না। তবুও সম্ভবতঃ হিসাবে মধ্যস্থলে একটি খালি বোতল রাখা হয়। যদি কোনক্রমে জল উঠিয়া যায় তবু উহা সোডাসাল্ফি কুপীতে না গিয়া মধ্যস্থিত বোতলে জমিবে।

যাত্রা লবণের পরিবর্তে অম্লান্ত কোন কোন ধাতব ক্লোরাইড হইতেও সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়। স্থলত বলিয়াই সোডিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়।



অধাতব কোন কোন ক্লোরাইড ও অক্সিক্লোরাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণেও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড পাওয়া যায় :—



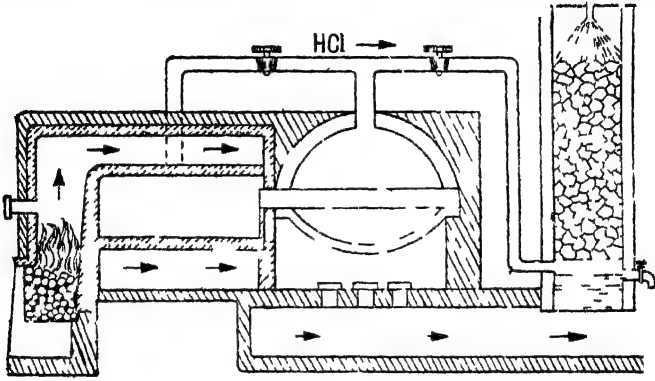
**শিল্প-পদ্ধতি :** হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডেব বহুল প্রয়োগের জন্য প্রচুর পরিমাণে উহা প্রস্তুত করা প্রয়োজন হয়। এইজন্য মোটামুটি দুইটি উপায় অবলম্বিত হয়।

**২০-১৪। সেন্ট্রাফুগ প্রণালী :** ইহা বস্তুতঃ ল্যাবরেটরী পদ্ধতিরই বৃহৎ-সংস্করণ। পরপব দুইটি সংবৃত-চুল্লীতে (muffle furnace) লবণ ও সালফিউরিক অ্যাসিড একত্র লোহিত-তপ করিয়া, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস তৈয়ারী করা হয়।

প্রথম চুল্লীটি ঢালাই লোহার তৈয়ারী, অনেকটা বড় একটি কড়াইয়ের মত। দ্বিতীয়টি চতুষ্কোণাকৃতি একটি বাস্কের অনুরূপ এবং অগ্নিসহ যুক্তিকায় প্রস্তুত। দুইটি চুল্লীরই পাথর বা অগ্নিসহ-যুক্তিকানিমিত ঢাকনী আছে এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের বহির্গমনের জন্য পাথর বা মাটির নির্গম-নল আছে। ধাতুর নল

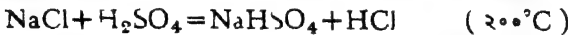
## হাইড্রোজেন ক্লোরাইড

বা ঢাকনৌ অ্যাসিড-বাষ্পে অব্যবহার্য। দ্বিতীয় চুল্লীটির শেষপ্রান্তে করলা প্রজ্জলিত করিয়া উত্তাপ দেওয়া হয়। উহার উত্তপ্ত গ্যাস প্রথমে দ্বিতীয় সংবৃত চুল্লীর চারিদিকে প্রবাহিত হইয়া উহাকে উত্তপ্ত করিয়া তোলে। পরে উহা বাহির হইয়া বাণ্ডয়ার পথে প্রথম চুল্লীটিকে উত্তপ্ত করিয়া যায়। ফলে, প্রথম চুল্লীটির অভ্যন্তরিক উষ্ণতা প্রায়  $200^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড এবং দ্বিতীয়টির প্রায়  $600^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড থাকে। উপযুক্ত পরিমাণ লবণ ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড প্রথম

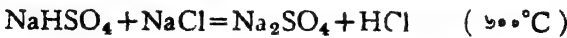


চিত্র ২০৬

চুল্লীতে দেওয়া হয়। এখানে থানিকটা সোডিয়াম ক্লোরাইড সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফেটে পবিণত হয় এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস উত্থিত হয়।

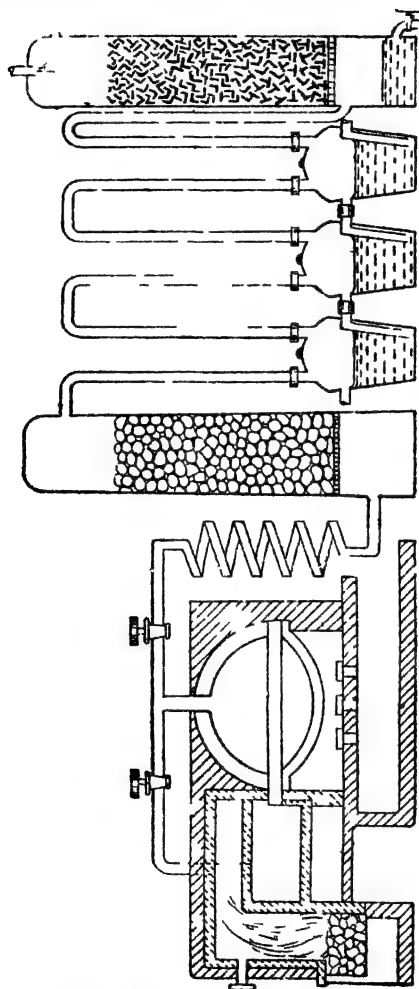


বিক্রিয়া-শেষে লবণ ও অ্যাসিড সালফেটের তপ্ত মিশ্রণটি একটি ঘরের ভিতর দিয়া পার্শ্ববর্তী দ্বিতীয় চুল্লীতে স্থানান্তরিত করা হয়। এইখানে বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হইয়া আরও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন করে :



এইরূপে বিক্রিয়াটি শেষ হইলে উত্তপ্ত অবস্থাতেই গলিত সোডিয়াম সালফেট এই চুল্লী হইতে বাহির করিয়া সংগ্রহ করা হয়। চুল্লীর অভ্যন্তর ঠাণ্ডা হইয়া গেলে উহা জমিয়া যায়, ফলে উহা বাহিব করা স্বকঠিন হয়। বাজারে ইহা “গুবার লবণ” নামে পরিচিত এবং কাচ ও অগ্নাশ্রু শিল্পের জন্ম বাজারে ইহার যথেষ্ট চাহিদা আছে। বস্তুতঃ এই লে-ব্লাস পদ্ধতিটি সোডিয়াম সালফেট প্রস্তুতির জন্যই উদ্ভাবিত হয়।

দুইটি চুল্লী হইতে যে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস নির্গত হয় উহা একটি কোকপূর্ণ টাওয়ার অতিক্রম করে। ইহাতে গ্যাসটি ভাসমান ধূলিকণা বা অস্ফাল্ড কঠিন পদার্থ হইতে মুক্ত ও পরিষ্কৃত হইয়া যায়। এই গ্যাসকে জলে দ্রবীভূত করিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে পরিণত করা হয়। (চিত্র ২০৮)



চিত্র ২০৮-HCl প্রস্তুতি

২০-১৫। সংশ্লেষণ পদ্ধতি: বর্তমানে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের সমন্বয়সাধন করিয়াও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়।

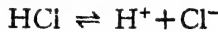
অনেক দেশেই ক্ষারশিল্পে প্রচুর হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন বৈদ্যুতিক উপায়ে প্রস্তুত করা হয়। হাইড্রোজেন-পূর্ণ সিলিকা-নির্মিত চুম্বীর মধ্যস্থিত একটি স্ক্রনল হইতে নিঃসৃত ক্লোরিনকে প্রজ্জলিত করিয়া দেওয়া হয়। এই দহনের ফলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।  $H_2 + Cl_2 = 2HCl$

যথাবীতি এই গ্যাস জলে দ্রবীভূত করিয়া বিশুদ্ধ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। স্থলভ বিদ্যুৎ-সরবরাহের উপর এই পদ্ধতিটি নির্ভর করে।

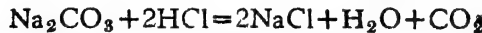
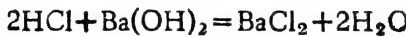
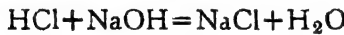
### ২০-১৬। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ধর্ম:

হাইড্রোজেন ক্লোরাইড একটি বর্ণহীন শ্বাসবোধক ঝাঁঝাল গ্যাস। সিক্ত বাতালে উহা ধূমায়িত অবস্থায় থাকে। ইহা দাহনয়, অপব বস্তুর দহনেও সহায়তা করে না। জলে এই গ্যাসেব দ্রাব্যতা সমধিক। ০° সেণ্টি. উষ্ণতায় এক ঘনসেন্টিমিটার জলে প্রায় ৪৫৮ ঘনসেন্টিমিটার গ্যাস দ্রবীভূত হয়। অ্যামোনিয়াক মত “ফোয়াবা পরীক্ষা”ব সাহায্যে ইহার দ্রাব্যতা সহজেই দেখান যাইতে পারে। ইহার জলীয় দ্রবণকেই হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বলা হয়।

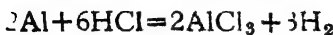
(১) হাইড্রোজেন ক্লোরাইড অম্ল জাতীয় যৌগ। উহাব জলীয় দ্রবণ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড নীল লিটমাসকে লাল রঙে পরিণত করে। দ্রবীভূত অবস্থায় হহার অণুগুলি ত্যাডিত-বিয়োজিত হয়।



অ্যাসিডের ধর্মাত্ম্যায়ী ইহা সমস্ত ক্ষাব-জাতীয় বস্তুর সহিত বিক্রিয়া করে এবং বিভিন্ন লবণ উৎপন্ন করিয়া থাকে :

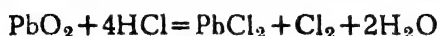


জিঙ্ক, ম্যাগনেসিয়াম, আয়রন প্রভৃতি অনেক ধাতুই এই অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

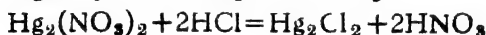
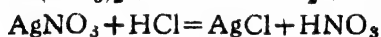
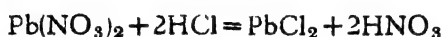


গোল্ড, প্লাটিনাম প্রভৃতি বরধাতুর উপর হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডেব কোন ক্রিয়া নাই, কিন্তু অক্সিজেন ও অ্যাসিডের একত্র সমাবেশে সিলভার ধীরে ধীরে আক্রান্ত হইয়া থাকে :  $4Ag + 4HCl + O_2 = 4AgCl + 2H_2O$

(২) ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড, পটাস-পারম্যাঙ্গানেট, লেড ডাই-অক্সাইড প্রভৃতি বিভিন্ন জারক দ্রব্যের সহিত উত্তপ্ত করিলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড জারিত হইয়া ক্লোরিনে পরিণত হয় :



(৩) লেড, সিলভার ও মারকিউরিয়াস লবণেব জলীয় দ্রবণ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডেব সংস্পর্শে আসিলে ঐ সকল ধাতুব সাদা ক্লোরাইড তৎক্ষণাৎ অধঃক্ষিপ্ত হয় :



২০-১৭। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের পরীক্ষা : (১) হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস অ্যামোনিয়া গ্যাসের সংস্পর্শে আসিলে সাদা ঘন ধোঁয়া উৎপন্ন হয় ( অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড )।

(২) ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড সহযোগে উত্তপ্ত করিলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হহতে পীতভ ক্লোরিন গ্যাস নির্গত হয়।

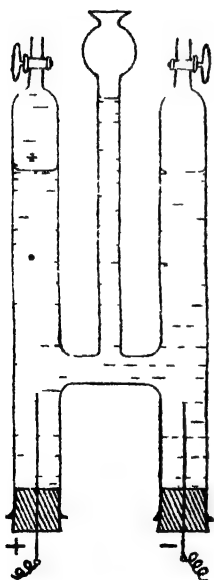
(৩) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ ঢালিলে উহা হহতে সিলভার ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। সিলভার ক্লোরাইড অ্যামোনিয়াতে দ্রবণীয়।

ব্যবহার : অন্ততম বিকারক হিসাবে ইহা ল্যাবরেটরীতে প্রয়োজন। ঔষধ হিসাবেও ইহার প্রয়োগ আছে। রক্তন শিল্পে, লোহার উপর টিন অথবা জিঙ্কের আন্তরণ দেওয়ার সময়, বিভিন্ন ধাতব ক্লোরাইড প্রস্তুতিতে এবং ক্লোরিন উৎপন্ন করিতে, সর্বদাই ইহার প্রয়োজন হয়।

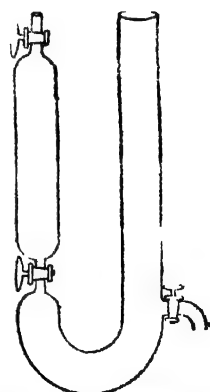
২০-১৮। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সংযুতি : হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের সংশ্লেষণ অথবা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিশ্লেষণ—এই দুইরকম পরীক্ষার সাহায্যেই হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সংযুতি নির্ণীত হইয়াছে।

বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি : (১) একটি বিশেষ রকমের ভল্টামিটার যন্ত্রে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ করিয়া উহার সংযুতি নির্ধারণ করা যাইতে পারে। এই কাচের ভল্টামিটার প্রায়সত্তা অর্থাৎ উহাব তিনটি বাহু আছে ( চিত্র ২০৬ )। উহার দুই পার্শ্বের দুইটি বাহু সমান এবং অংশাক্রিত এবং

উহাদের প্রত্যেকের উপরের প্রান্তে একটি স্টপকক যুক্ত থাকে। এই বাহুদুইটির নীচে কর্কের সাহায্যে দুইটি কার্বনের তড়িৎদ্বার প্রবেশ করাইয়া দেওয়া হয়। উৎপন্ন ক্লোরিনে ধাতব তড়িৎদ্বার আক্রান্ত হয় বলিয়াই কার্বনের তড়িৎদ্বার ব্যবহার করা হয়। মধ্যস্থিত বাহুর ভিতর দিয়া গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দেওয়া হয় এবং উহা পাশের দুইটি বাহুতে গিয়া সঞ্চিত হয়। এইভাবে অংশাঙ্কিত বাহুদুইটি অ্যাসিডে ভরিয়া লওয়া হয় এবং যথেষ্ট অতিরিক্ত অ্যাসিড মধ্যস্থিত বাহুতে থাকে। অতঃপর কাবনের তড়িৎদ্বার দুইটি ব্যাটারীর সহিত যুক্ত করিয়া অ্যাসিডের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ-প্রবাহ দেওয়া হয়। ইহাতে অ্যাসিড বিশ্লেষিত হইয়া হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। হাইড্রোজেন উবিয়া যায়, কিন্তু ক্লোরিন অ্যাসিডেই অধিকাংশ দ্রবীভূত হয়। এইভাবে অ্যাসিড দ্রবণটি সম্পূর্ণরূপে ক্লোরিনদ্বারা সম্পৃক্ত করা হয়। অতঃপর স্টপকক দুইটি খুলিয়া পাশের দুইটি বাহুই ক্লোরিন-সম্পৃক্ত অ্যাসিডে সম্পূর্ণ-



চিত্র ২০৬—HCl সংস্থা ৩



চিত্র ২০৭—HCl সংস্থা ২

রূপে ভরিয়া লইয়া উহাদের স্টপককগুলি আবার বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়। ইহার পর আরও বিদ্যুৎ-প্রবাহ অ্যাসিডের ভিতর পরিচালনা করা হয়।

তখন ক্যাথোডে হাইড্রোজেন এবং অ্যানোডে ক্লোরিন উৎপন্ন হইয়া অংশাক্ত বাহু দুইটিতে সঞ্চিত হয়। সর্বদাই দেখা যায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের আয়তন সমান। অতএব দেখা বাইতেছে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সমায়তন হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের সমন্বয়ে গঠিত।

(২) উপরোক্ত পরীক্ষায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন কি অনুপাতে আছে, তাহাই শুধু জানা যায়। কিন্তু কত পরিমাণ অ্যাসিডে উক্ত হাইড্রোজেন বা ক্লোরিন থাকে তাহা জানা সম্ভব নয়। সেইজন্য আরও একটি পরীক্ষার প্রয়োজন। এই পরীক্ষার জন্য একটি বিশেষ রকমের U-নল প্রয়োজন হয়; U-নলটির একটি বাহুর উপরের ও নীচের দিকে দুইটি স্টপকক সংযুক্ত থাকে (চিত্র ২০জ)। এই স্টপকক দুইটির মধ্যবর্তী নলটুকু অংশান্বিত। U-নলের অপর বাহুটির নীচেব দিকে একটি স্টপককযুক্ত নির্গম-নল থাকে। প্রথম বাহুটির স্টপককদ্বয়ের মধ্যবর্তী স্থানটুকু শুষ্ক ও বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাসে ভর্তি করিয়া লওয়া হয়। এই বাহুর বাকী অংশ ও অপর বাহুটি সোডিয়ামের তরল পারদসংকরে পূর্ণ করিয়া দেওয়া হয়। অতঃপর গ্যাসের নীচের স্টপককটি খুলিয়া দিলে সোডিয়াম পারদসংকর গ্যাসের সংস্পর্শে আসে এবং অ্যাসিড ও সোডিয়ামের বিক্রিয়া আরম্ভ হয়। ফলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড কঠিন সোডিয়াম ক্লোরাইড ও হাইড্রোজেন গ্যাসে পরিণত হয়। কয়েক ঘণ্টা পরে সমস্ত হাইড্রোজেন ক্লোরাইড হাইড্রোজেন গ্যাসে পরিণতি লাভ কবে। সর্বদাই দেখা যায় এই উৎপন্ন হাইড্রোজেনের আয়তন বিশ্লেষিত হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাসের অর্ধেক। অর্থাৎ, হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উহার অর্ধায়তন পরিমাণ হাইড্রোজেন হইতে

দুইটি পরীক্ষার ফল এখন একত্রিত কবিত্বা সহজেই বলা যাইতে পারে,  $V$  ঘন-সেন্টি. হাইড্রোজেন ক্লোরাইড  $V/2$  ঘন-সেন্টি হাইড্রোজেন এবং  $V/2$  ঘন-সেন্টি ক্লোরিনের সমন্বয়ে গঠিত।

সাংশ্লেষিক পদ্ধতি : হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের সংশ্লেষণদ্বারাও উপরোক্ত সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া সম্ভব।

**পরীক্ষা :** (১) ঠিক সময়তন দুইটি কাঁচের নল মধ্যবর্তী একটি স্টপকক দ্বারা যুক্ত করিয়া লওয়া হয়, নল দুইটির অপর প্রান্তেও দুইটি স্টপকক থাকে

(চিত্র ২০ক)। একই উষ্ণতা ও চাপে একটি নলে হাইড্রোজেন এবং অপরটিতে ক্লোরিন ভরিয়া লওয়া হয়। অতঃপর মধ্যবর্তী স্টপককটি খুলিয়া ঘরের ভিতর যুহু আলোতে উহা রাখিয়া দেওয়া হয়। ধীরে ধীরে হাইড্রোজেন ক্লোরিনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে পরিণত হয়। কয়েক



চিত্র ২০ ক—HCl-এর সংযুতি নির্ণয়

ঘণ্টাতেই এই বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হইয়া যায়। তৎপর এই যন্ত্রটির একটি প্রান্ত পানিতে ডুবাইয়া সেই দিকেব স্টপককটি খুলিলে পানির ভিতরে প্রবেশ কবে না অথবা কোন গ্যাস বাহির হইয়া যায় না। পানির পৃষ্ঠে এই স্টপককটি জলের নাচে রাখিয়া খুলিলে তৎক্ষণাৎ জল উপরে উঠিতে থাকে এবং নল দুইটি সম্পূর্ণ জলে ভরিয়া যায়। অতএব, স্বচ্ছন্দে বলা যাহাও পারে, সমপরিমাণ আয়তনের হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন মিলিত হইয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইড হয় এবং এই উৎপন্ন হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের আয়তন হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের সম্মিলিত আয়তনের সমান।

**হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের সঙ্কেত :** এই সকল পরীক্ষা হইতে দেখা যায় যে নির্দিষ্ট চাপ ও উষ্ণতায়  $x$  ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে  $\frac{x}{2}$  ঘন সেন্টি হাইড্রোজেন এবং  $\frac{x}{2}$  ঘন সেন্টি ক্লোরিন আছে। সুতরাং, আভোগাড্রো প্রবক্তান্ত্রযাযী, যদি  $x$  ঘন সেন্টিমিটার কোন গ্যাসে  $p$  অণু বর্তমান থাকে, তবে  $p$  অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে  $\frac{1}{2}$ -টি হাইড্রোজেন অণু এবং  $\frac{p}{2}$  টি ক্লোরিন অণু থাকে।

১টি হাইড্রোজেন ক্লোরাইড অণুতে  $\frac{1}{2}$  টি হাইড্রোজেন অণু এবং  $\frac{1}{2}$  টি ক্লোরিন অণু থাকে।

হাইড্রোজেন এবং ক্লোরিন অণু উভয়েই বিপরীত।

হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের একটি অণুতে ১টি হাইড্রোজেন পরমাণু এবং ১টি ক্লোরিন পরমাণু থাকে।

হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের সঙ্কেত, HCl।

## ব্রোমিন

চিহ্ন, Br।

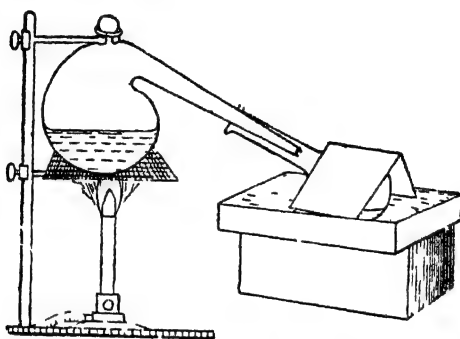
পারমাণবিক গুরুত্ব, ৭৯.৯।

ক্রমাঙ্ক, ৩৫।

ব্রোমিনও মৌলবস্তুর প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। সমুদ্রজল হইতে বাতাল লবণ কেলসিত করিয়া লইলে যে অবশেষ থাকে, তাহাতে ম্যাগনেসিয়াম ব্রোমাইড ( $MgBr_2$ ) থাকে। স্টাসকার্ভি ক্রুপে, প্যাঙ্গেস্টাইনের মরুসাগরে ম্যাগনেসিয়াম ও সোডিয়াম ব্রোমাইড পাওয়া যায়। ব্রোমারজাইট [ Bromargyrite,  $AgBr$  ] নামক দ্রুশ্যপ্য খনিজও ব্রোমিনের যৌগ-পদার্থ।



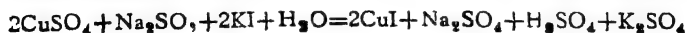
২০-১৯। প্রস্তুতি : ল্যাবরেটরী পদ্ধতি : একটি কাচের বকযন্ত্রে পটাসিয়াম ব্রোমাইড ও ম্যানানিক ডাই-অক্সাইডের মিশ্রণ (১ : ৫) অপেক্ষাকৃত <sup>(১৫ গ্রাম)</sup> লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড <sup>(৫৭.৫ গ্রাম)</sup> সহযোগে উত্তপ্ত করিলেই ব্রোমিন উৎপন্ন হয়। শীতল জলে আংশিক নিমজ্জিত একটি কাচের গোলকুপী গ্রাহক হিসাবে বকযন্ত্রের নলের শেষপ্রান্তে রাখা হয়। বাষ্পাকারে ব্রোমিন বকযন্ত্রের নল বাহিয়া আসিয়া এই কুপীর ভিতরে ঘনীভূত হয় এবং গাঢ় লাল তবল পদার্থে পরিণত হয় [ চিত্র ২০.ঞ ]।



চিত্র ২০.ঞ - ব্রোমিন প্রস্তুতি

$MnO_2 + 2KBr + 3H_2SO_4 = MnSO_4 + 2KHSO_4 + Br_2 + 2H_2O$   
যদিও পটাসিয়াম ব্রোমাইড সাধারণতঃ ব্যবহৃত হয়, অত্যাগ্র ব্রোমাইড হইতেও এই উপায়ে ব্রোমিন পাওয়া সম্ভব।

ব্রোমাইডে সর্বদাই ক্লোরাইড ও আয়োডাইড থাকে বলিয়া এই ব্রোমিনেব সহিত কিছু ক্লোরিন ও আয়োডিন মিশ্রিত থাকে। বিশুদ্ধ ব্রোমিন পাইতে হইলে পাতিত করার পূর্বেই পটাসিয়াম ব্রোমাইডকে কপার সালফেট এবং সোডিয়াম সালফাইট দ্বারা আয়োডাইড-মুক্ত করা হয়।

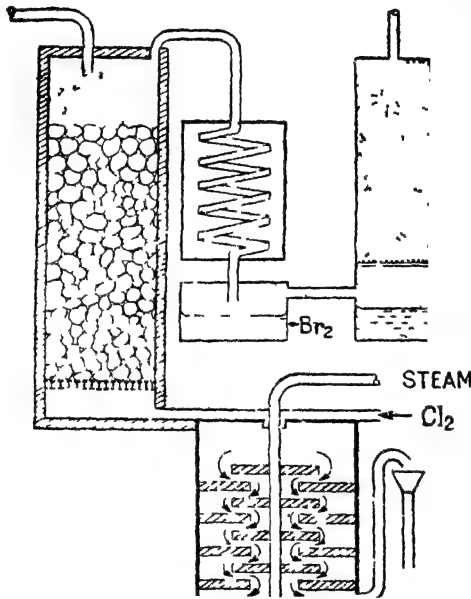


অতীবলীয় কপার আয়োডাইড অধঃক্ষিপ্ত হইলে উহা ছাঁকিয়া লওয়া হয়। উৎপন্ন ব্রোমিনকে পড়ে পটাসিয়াম ব্রোমাইডের সহিত আধার পাতিত করিলে ক্লোরিন-মুক্ত ব্রোমিন পাওয়া সম্ভব।

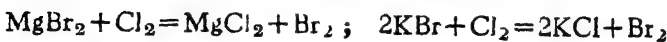


২০-২০। শিল্প-পদ্ধতি : স্টার্মফার্ট লবণ হইতে ক্লোরাইড কেলাসিত করার পর যে শেষশ্রব পড়িয়া থাকে অথবা খাত-লবণ-শিল্পে যে শেষশ্রব পাওয়া যায় উহাতে প্রায় শতকরা ০.২৫ ভাগ ব্রোমাইড লবণ থাকে।

অধিক পরিমাণে ব্রোমিন পাইতে হইলে এই সকল শেষত্ব ব্যবহার করা হয়। ক্লোরিনেব সাহায্যে ব্রোমাইড হইতে ব্রোমিন উৎপাদন করা হয়। ঐ সকল শেষত্বব পর্সেলীন বা পোডামাটির ছোট ছোট বল পূর্ণ একটি টাওয়ারের উপর হইতে ধীরে ধীরে নীচের দিকে প্রবাহিত করা হয়। টাওয়ারের ভিতরে নীচ হইতে উপরের দিকে স্টীম ও ক্লোরিন গ্যাস চালনা করা হয়। ক্লোরিনের সংস্পর্শে আসিলেই ব্রোমাইড হইতে ব্রোমিন উৎপন্ন হয় এবং বাষ্পাকারে উহা টাওয়ারের উপর দিকে একটি নির্গম-নলের সাহায্যে বাহির হইয়া যায় (চিত্র ২০ট)।



চিত্র ২০ট—অধিক পরিমাণ ব্রোমিন উৎপাদন



নির্গত ব্রোমিন বাষ্পকে (Bromine vapour) একটি সপিল শীতক-নলের ভিত্তব দিয়া পরিচালিত করা হয়। উহাতেই অধিকাংশ ব্রোমিন তরলিত হইয়া যায়। যদি কোন সামান্য ব্রোমিন বাষ্পাবস্থায় থাকে, একটি সিন্ধু লৌহচূরপূর্ণ টাওয়ারের ভিতর চালনা করিয়া উহাকে আয়বন ব্রোমাইডে পরিণত করা হয়। এই আয়বন ব্রোমাইডকে পুনরায় পটাস-ব্রোমাইডে

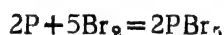
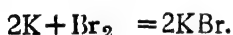
রূপান্তরিত করিয়া ব্যবহার করা সম্ভব। বর্তমানে সমুদ্র-জল হইতেও উক্ত উপায়ে ব্রোমিন তৈয়ারী করা সম্ভব।

২০-২১। **ব্রোমিনের ধর্ম** : সাধারণ অবস্থায় ব্রোমিন একটি গাঢ় লাল (প্রায় কৃষ্ণবর্ণ) তরল পদার্থ। যদিও ইহার স্ফুটনক ৫৯ সেণ্টিগ্রেড, কিন্তু অত্যন্ত উদ্বায়ী বলিয়া সর্বদাই ইহা হইতে লাল বাষ্প উখিত হইয়া থাকে। তবল ব্রোমিন বেশ ভারী, ঘনত্ব ৩.১৫। পদার্থটি তীব্র বিষ এবং ত্বকের সংস্পর্শে আসিলে যন্ত্রণাদায়ক ক্ষত সৃষ্টি কবে। জলে ইহা কিয়ৎ পরিমাণে দ্রবীভূত হয়। আলোকে রাখিয়া দিলে ব্রোমিনের জন্য দ্রবণ হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডে পরিণত হইয়া থাকে—

$$2\text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HBr} + \text{O}_2$$

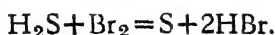
কোহল, বোবোকার, কার্বন-ডাইসালফাইড প্রভৃতি জৈব-দ্রাবকে ব্রোমিন অধিকতর দ্রবীভূত হইয়া থাকে। ব্রোমিনের রাসায়নিক গুণাবলী ঠিক ক্লোরিনের মত, যদিও সক্রিয়তা অনেকটা কম।

(১) বহু মৌলের সহিত ব্রোমিন সোজাসৃজি যুক্ত হয় এবং ব্রোমাইড উৎপন্ন করে।

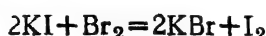


(২) উত্তপ্ত অবস্থায় হাইড্রোজেনের সহিত ব্রোমিনের সহজেই সংযোগ সাধিত হয়,  $\text{H}_2 + \text{Br}_2 = 2\text{HBr}$

(৩) ব্রোমিনেরও অধিক জারণ ক্ষমতা আছে।  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$  প্রভৃতিকে উহা স্বচ্ছন্দেই জারিত করে :—



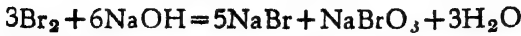
(৪) আয়োডাইড হইতে ব্রোমিন আয়োডিন উৎপাদন করে :—



(৫) ব্রোমিন ক্ষারক-জাতীয় পদার্থের লঘু-দ্রবণের সহিত ক্রিয়া করিয়া ব্রোমাইড ও হাইপোব্রোমাইট উৎপন্ন করে :—



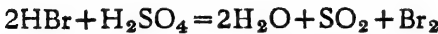
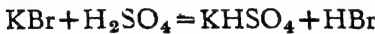
কিন্তু অধিকতর উষ্ণতায় হাইপোব্রোমাইটের পরিবর্তে ব্রোমেট পাওয়া যায় (ক্লোরিনের ধর্ম দ্রষ্টব্য)।



২০-২২। ব্রোমিনের পরীক্ষা : ব্রোমিনের অস্তিত্ব অবশ্যই উহার বিশিষ্ট রং ও গন্ধের সাহায্যেই জানা সম্ভব। স্টার্চ ও পটাস-আয়োডাইড দ্রবণে দিল্প কাগজ ব্রোমিন গ্যাসে নীল হইয়া যায়। ব্রোমিনেব জলীয় দ্রবণের সহিত কার্বন ডাইসালফাইড উত্তমরূপে ঝাঁকাইলে কার্বন ডাইসালফাইড পীত রং ধারণ কবে। এই সব পরীক্ষাধারা ব্রোমিনের অস্তিত্ব নির্ণীত হয়।

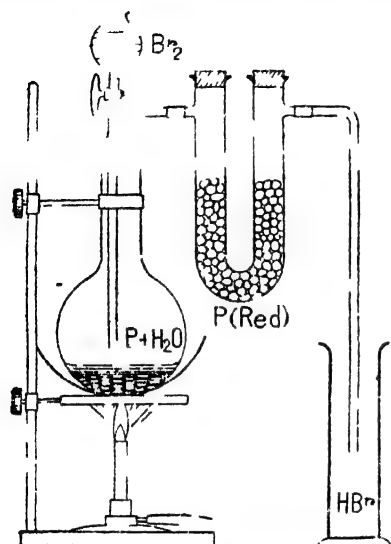
ব্যবহার : (১) ঔষধ ও ফটোগ্রাফিতে প্রয়োজনীয় ব্রোমাইডসমূহ তৈয়ারী করিতে ব্রোমিনেব প্রয়োজন হয়। (২) বহু রকম জৈবপদার্থ ল্যাবরেটরীতে প্রস্তুত করিতে ব্রোমিনের আবশ্যক হয়। বিভিন্ন রং লেড টেট্রাইথাইল (জালানী পেট্রোলে ব্যবহৃত) প্রভৃতির নাম বিশেষ উল্লেখযোগ্য। (৩) কোন কোন বাঁহুনে গ্যাস উৎপাদনেও উহার ব্যবহার আছে। বীজবারক হিসাবেও ইহা কিছু প্রয়োগ করা হয়।

২০-২৩। হাইড্রোজেন ব্রোমাইড, HBr প্রস্তুতি : ল্যাবরেটরী পদ্ধতি :—হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের মত ব্রোমাইড লবণের উপর সালফিউরিক অ্যাসিডেব বিক্রিয়াব ফলে হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড উৎপন্ন করা সম্ভব নহে, কারণ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডকে জারিত কবিতা ব্রোমিনে রূপান্তরিত কবিতা দেয়।



সুতরাং ল্যাবরেটরীতে হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড তৈয়ারী করিতে একটি পরোক্ষ উপায়ের সাহায্য লইতে হয়। একটি কাঁচের গোলকূপীতে থানিকটা লাল ফসফরাস ও প্রায় উহার দ্বিগুণ পরিমাণ জল লওয়া হয়। কূপীটির মুখ একটি কক দ্বারা বন্ধ থাকে এবং উহাতে ব্রোমিন-পূর্ণ একটি বিন্দুপাতী-ফানেল এবং একটি নির্গম-নল যুক্ত থাকে, নির্গম-নলটি একটি U-নলের সহিত সংযুক্ত থাকে। এই U-নলে লাল-ফসফরাস মাখান কতকগুলি কাঁচের ঢুকরা রাখা হয় (চিত্র ২০ঠ)। বিন্দুপাতী-ফানেল হইতে ফোঁটা ফোঁটা ব্রোমিন কূপীতে ফেলা হয় (প্রয়োজন হইলে বিক্রিয়ার জন্ত কূপীটি একটু গরম করা বিধেয়)। ব্রোমিনের সহিত নিম্নলিখিত ক্রিয়ার ফলে হাইড্রোজেন ব্রোমাইড গ্যাস

উৎপন্ন হয়। উহা নির্গম-নল দিয়া আসিয়া U-নলে প্রবেশ করে। যদি

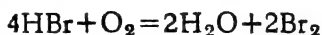


চিত্র ২০-৪—হাইড্রোজেন ব্রোমাইড প্রস্তুতি

ব্রোমিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।

২০-২৪। হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডের ধর্ম : হাইড্রোজেন ব্রোমাইড বর্ণহীন তীব্র-গন্ধযুক্ত গ্যাস। ইহা বায়ু অপেক্ষা অনেক ভারী এবং জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়।

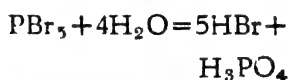
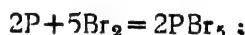
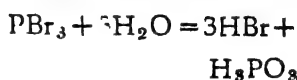
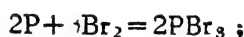
হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডের ধর্ম হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অনুরূপ। ইহা যথেষ্ট অম্লগুণসম্পন্ন এবং বহু ধাতু এবং ক্ষারক পদার্থের সহিত ক্রিয়া করিয়া লবণের উৎপত্তি করে। কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের তুলনায় ইহা অনেক কম স্থায়ী, এমন কি, সূর্যালোকে ইহা বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হইয়া যায়।



**ব্রোমাইড ও হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডের পরীক্ষা :** (১) হাইড্রো-ব্রোমিক অ্যাসিড বা ধাতব ব্রোমাইডসমূহ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করিলে ব্রোমিন গ্যাস পাওয়া যায়।

(২) ক্রোরিন হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডের বা ধাতব ব্রোমাইডের জলীয় দ্রবণ হইতে ব্রোমিন নির্গত করে। এই ব্রোমিন  $\text{CS}_2$  এ দ্রবীভূত হইয়া উহাকে পীতভাঙ করিয়া থাকে।

ইহার সহিত কোন ব্রোমিন মিশ্রিত থাকে, তাহা লাল কসফরাস শোষণ করিয়া লয় এবং হাইড্রোজেন ব্রোমাইড গ্যাস-জাবে বায়ুর উর্ধ্বপ্রংশের দ্বারা সঞ্চয় করা যাইতে পারে।



গ্যাসটিকে শীতল জলে দ্রবীভূত করিয়া হাইড্রো-

(৩) ইহাদের জলীয় দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ ঢালিলে তৎক্ষণাৎ লবণ হ্রদ সিলভার ব্রোমাইড অবক্ষিপ্ত হয়। উহা নাইট্রিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয়, কিন্তু অ্যামোনিয়াতে ধীরে ধীরে দ্রবীভূত হয়।  $\text{HBr} + \text{AgNO}_3 = \text{AgBr} + \text{HNO}_3$ ,

## আয়োডিন

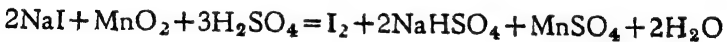
চিহ্ন I ।

পারমাণবিক গুরুত্ব ১২৬.৯ ।

ক্রমাঙ্ক, ৫৩ ।

সমুদ্রের জলে থানিকটা আয়োডাইড লবণ থাকে। সামুদ্রিক উদ্ভিদ এই আয়োডাইড গ্রহণ করিয়া থাকে। সামুদ্রিক উদ্ভিদ পোড়াইয়া যে ভস্ম পাওয়া যায়, তাহাকে সাধারণতঃ কেলপ (kelp) বলি হয় এবং বস্তুতঃ ১৮১২ খ্রীষ্টাব্দে এই কেলপ হইতেই কুর্তার (Courtois) প্রথমে আয়োডিন আবিষ্কার করেন। সমুদ্র ছাড়াও চিলি উপকূলে যে সোডিয়াম নাইট্রেট বা ক্যালিচি (caliche) পাওয়া যায় তাহাতেও কিয়ৎপরিমাণ সোডিয়াম আয়োডেট ( $\text{NaIO}$ ) মিশ্রিত থাকে। জীবদেহের গ্রন্থিতে বিশেষতঃ থাইরক্স গ্রন্থিতে কডলিভার গেলে হৃদযন্ত্র সামান্য পরিমাণ আয়োডিন আছে।

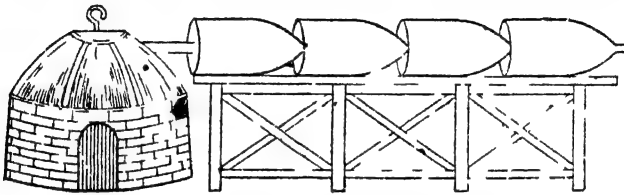
২০-২৫। প্রস্তুতি : ল্যাবরেটরী পদ্ধতি : ল্যাবরেটরীতে আয়োডিন উহা সমগোত্রীয় ব্রোমিন ও ব্রোমিনের মত একই উপায়ে প্রস্তুত করা হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড ও ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইডের সহিত সোডিয়াম আয়োডাইড উত্তপ্ত করিলেই আয়োডিন উৎপন্ন হয়। বস্তুতঃ, ব্রোমিন যেরূপ যথেষ্ট প্রস্তুত হয়, তাহাতেই ইহাও তৈয়ারী করা যাইতে পারে। উত্তাপে আয়োডিন সুন্দর বেগুনী রঙের বাষ্পের আকারে পাতিত হইয়া থাকে। শীতল গ্রাহকে আসিয়া উহা উজ্জল কৃষ্ণ স্ফটিকে পরিণত হয়।



২০-২৬। শিল্পপদ্ধতি : বহুরকম প্রয়োজনে আয়োডিন ব্যবহৃত হয় বলিয়া অধিক পরিমাণে এই মৌলটি প্রস্তুত করা হয়। এইজন্য বিভিন্ন উপায়ের প্রচলন আছে।

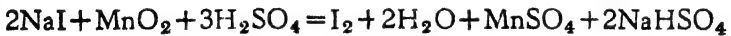
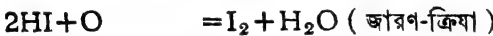
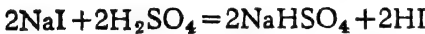
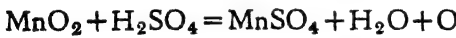
(১) সামুদ্রিক উদ্ভিদের ভস্ম কেল্পের ভিতর অগ্ৰাণ্য লবণেব সঙ্গে সোডিয়াম ও পটাশিয়াম আয়োডাইড আছে। এই ভস্ম জলের সহিত প্রথমে ফুটান হয়, ইহাতে আয়োডাইডগুলি এবং অগ্ৰাণ্য অনেক লবণ দ্রবীভূত হইয়া যায়। অদ্রব পদার্থগুলি ছাকিয়া লইয়া স্বচ্ছ দ্রবণটি যথাসম্ভব গাঢ় করা

হয়। শীতল অবস্থায় এই গাঢ় দ্রবণ হইতে অপেক্ষাকৃত কম দ্রবণীয় সালফেট, ক্লোরাইড প্রভৃতি লবণসমূহ কেলাসিত হয়। উহাদিগকে পরিস্কৃত করিয়া লইলে যে শেষদ্রব পাওয়া যায় তাহাতে আয়োডাইড থাকিয়া যায়। এই শেষদ্রব, ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড ও সালফিউরিক অ্যাসিড সহ উত্তপ্ত করা হয়। এই ক্রিয়ার ফলে আয়োডাইড জারিত হইয়া আয়োডিন উৎপন্ন করে। বাষ্পাকারে আয়োডিন পাতিত হইয়া থাকে। পাতন ক্রিয়াটি সাধারণতঃ সীসার ঢাকনীবিধিষ্ট একটি ঢালাই-লোহার বকযন্ত্রে সম্পাদিত হয় এবং উডেল

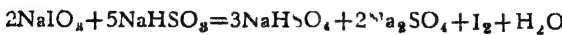


চিত্র ২০ড- কেলুপ্ হইতে আয়োডিন প্রস্তুতি

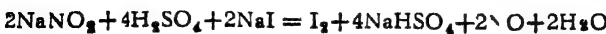
(udells) নামক বোতলাকৃতি সাবি সাবি শ্রেণীবদ্ধ পাথরের গ্রাহকে আয়োডিন সংগৃহীত হয় (চিত্র ২০ড)।



(২) চিলির ক্যালিচির ( $\text{NaNO}_2$ ) দ্রবণ গাঢ় করিয়া শীতল কবিলে উহা হইতে প্রথমে অধিকাংশ সোডিয়াম নাইট্রেট কেলাসিত হইয়া যায়। তাহাব পর যে শেষদ্রব পাওয়া যায় তাহাতে কিছু সোডিয়াম আয়োডেট থাকে। ইহাকে সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফাইটেব সহিত মিশ্রিত করিলে আয়োডেট বিজারিত হইয়া আয়োডিনে পরিণত হয়।



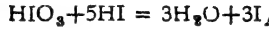
(৩) কোন কোন পেট্রোলিয়াম-খনিতে প্রথমাবস্থায় অজ্ঞাধিক পেট্রোলিয়াম মিশ্রিত প্রচুর লবণ জল পাওয়া যায়, ইহাতে কিয়ৎপরিমাণ আয়োডাইড থাকে। সোডিয়াম নাইট্রাইট ও সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে ইহা হইতে আয়োডিন প্রস্তুত করা হয়।



এই আয়োডিনের পরিমাণ খুব কম বলিয়া উহা জলে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। বলাহিত অক্কাঁর (activated charcoal) সাহায্যে উহাকে শোষণ কবিত্তা লওয়া হয় এবং এই কার্বন ছাঁকিত্তা লটবিত্তা ক্ষার-পদার্থেব সহিত মিশান হয়। আয়োডিন ক্ষারে দ্রবীভূত হইত্বা যায়।



সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা অক্সিকৃত করিলেই আয়োডিন নির্গত হয়। পরে যথারীতি ছাঁকিত্তা লইত্বা উর্ধ্বপাতন দ্বাবা বিশুদ্ধ করা হয়।



২০-২৭। আয়োডিনের প্রস্তুতি (১) স্বাভাবিক উষ্ণতায় আয়োডিন চকচকে ধূসব রংয়ের ক্ষটিকাাকারে পাওয়া যায়। উহার ঘনত্ব ৪২। উত্তাপ প্রয়োগে গলিবাব বহু পূর্বেই উহা বাষ্পীভূত হইত্বা বেগনী গ্যাসে পবিণত হয়। স্তত্রাং ইহা সহজেই উর্ধ্বপাতিত করা সম্ভব। বেশী উত্তপ্ত করিলে আয়োডিন গ্যাস বিয়োজিত হইত্বা উহার দ্বিপরিমাণুক অণুগুলি এক-পরিমাণুক অণুতে পবিণত হয়।  $I_2 \rightleftharpoons 2I$

আয়োডিন জলে সামান্য দ্রবণীয়, কিন্তু বিভিন্ন জৈব দ্রাবকে কোহল, কার্বন ডাই-সালফাইড প্রভৃতিতে ] ইহা বেশ দ্রবীভূত হয়।

(২) আয়োডিন অনেক মৌলেব সহিত মৌজাহুজি যুক্ত হয় এবং আয়ো-ডাইড উৎপন্ন কবে। কোন কোন ক্ষেত্রে উত্তাপ বাতিরেকেই এই সংযোজন হয়। যেমন কসফরাস, ক্লোবিন, ব্রোমিন প্রভৃতিব সহিত ইহার সংযোগ :



পারদ ও আয়োডিন একত্র উত্তমরূপে মিশ্রিত করিলেই মারকারি আয়ো-ডাইড প্রস্তুত হয়—



যদিও আয়োডিনের বাসায়নিক ধর্ম অত্যাগ্রহ হ্যালোজেনের অন্তরূপ, কিন্তু ইহার সক্রিয়তা উহাদের চেয়ে অনেক কম।

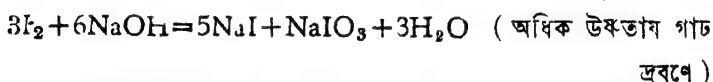
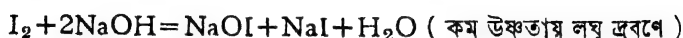
ক্লোরিন ও ব্রোমিনের মত আয়োডিনেবও হাইড্রোজেনের প্রতি আকর্ষিত আছে, কিন্তু মাত্রায় অনেক কম। প্লাটিনাম, টানটেন্ জাতীয় প্রভাবকের উপস্থিতিতে অধিক উষ্ণতায় হাইড্রোজেন ও আয়োডিনেব সংযোগ আংশিক-ভাবে সম্পন্ন হইত্বা থাকে।  $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$



(৩) আয়োডিন পটাসিয়াম আয়োডাইড জলীয় দ্রবণে সহজেই দ্রবীভূত হয় এবং একটি নতুন যুত-যৌগিক সৃষ্টি করে।  $2KI + I_2 \rightleftharpoons 2KI_3$

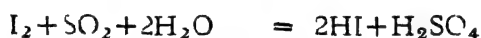
(পটাসিয়াম ট্রাই-আয়োডাইড)

(৪) ব্রোমিন ও ব্রোমিনের মত আয়োডিন ক্ষারপদার্থের দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া করে এবং আয়োডাইড, হাইপো-আয়োডাইট ও আয়োডেট লবণের উৎপত্তি করে :—

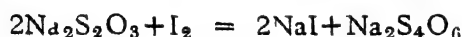


হাইপো-আয়োডাইটগুলি অত্যন্ত অস্থায়ী এরণের এবং সহজেই আয়োডেটে পরিণত হইয়া যায়।  $3NaOI = NaIO_3 + 2NaI$

(৫) আয়োডিন মুহূ জাবণগুণসম্পন্ন। সালফার ডাই-অক্সাইড, হাইড্রোজেন সালফাইড প্রভৃতি আয়োডিন দ্বারা সহজেই জাবিত হয়।



(৬) সোডিয়াম থায়ো সালফেট দ্রবণের সহিত আয়োডিন সংস্পর্শ মাত্রেই বিক্রিয়া করে এবং সোডিয়াম টেট্রাথায়োনেটে পরিণত হইয়া থাকে।

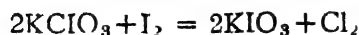


(সোডিয়াম থায়োসালফেট)

(সোডিয়াম টেট্রাথায়োনেট)

এই বিক্রিয়াটির সাহায্যেই সচরাচর আয়োডিনের পরিমাণ নির্ধারণ করা হয়।

(৭) আয়োডিন কোন ক্লোরাইড বা ব্রোমাইড হইতে ক্লোরিন বা ব্রোমিন প্রতিস্থাপিত করে না। কিন্তু, ক্লোরেট বা ব্রোমেট-এর মন্যস্থিত ক্লোরিন বা ব্রোমিন আয়োডিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হওয়া সম্ভব। যথা :—

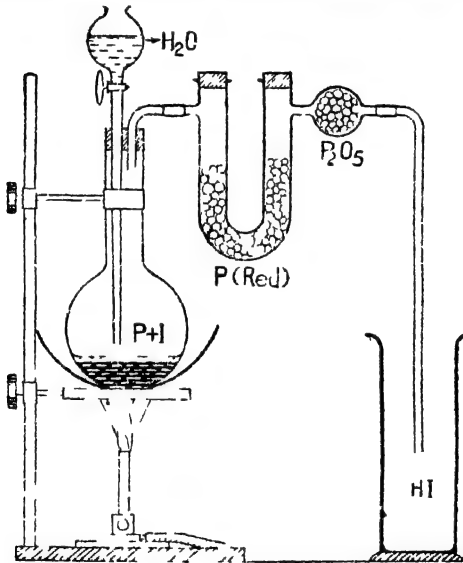


২০-২৮। আয়োডিনের পরীক্ষা : বাতাবিক রং এবং বেগুনী বাষ্পের দ্বারা ই আয়োডিনকে চেনা সম্ভব।  $SCl_2$ ,  $CCl_4$  প্রভৃতি দ্রাবকে ও উহা বেগুনী বর্ণ ধারণ

করে। ইহা ছাড়া, স্টার্চের কাথের সংস্পর্শে আসিলেই ইহা একটি নীল যৌগিকের সৃষ্টি করে। এই পরীক্ষাটাই সচরাচর প্রয়োগ করা হয়। এমন কি, পকাশ লক্ষ ভাগে এক ভাগ আয়োডিন থাকিলেও ইহা বাবা আয়োডিনের অস্তিত্ব ধরা সম্ভব।

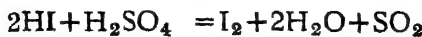
**ব্যবহার :** বীজবারক ঔষধ হিসাবে আয়োডিন প্রচুর ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া, KI, CHI<sub>3</sub> (আয়োডোফর্ম) প্রভৃতি নিত্যব্যবহার্য আয়োডিন-যৌগ প্রস্তুতিতে আয়োডিনের প্রয়োজন। মুছ জাবক কপে জৈব রসায়নের অনেক বিক্রিয়াতে এবং কোন কোন রঞ্জক-প্রস্তুতিতে আয়োডিন আবশ্যক।

**২০-২৯। হাইড্রোজেন আয়োডাইড, HI. প্রস্তুতি—**  
**ল্যাবরেটরী পদ্ধতি :** (১) কোন আয়োডাইড লবণের উপর সালফিউরিক অ্যাসিডের ক্রিয়ার সাহায্যে হাইড্রোজেন আয়োডাইড পাওয়া সম্ভব



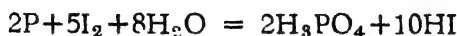
চিত্র ২০৮—হাইড্রোজেন আয়োডাইড প্রস্তুতি

নয়, কারণ হাইড্রোজেন ব্রোমাইডের মত আয়োডাইডও সালফিউরিক অ্যাসিডে আবৃত হইয়া আয়োডিনে পরিণত হইয়া যায়।



সুতরাং ল্যাবরেটরীতে হাইড্রোজেন আয়োডাইড প্রস্তুত করার পদ্ধতিটি হাইড্রোজেন ব্রোমাইডেরই অনুরূপ। আয়োডিন ও লাল ফসফরাস উপযুক্ত

পরিমাণে মিশ্রিত করিয়া লওয়া হয় এবং একটি বিন্দুপাতী-ফানেল হইতে ফোঁটা ফোঁটা জল এই মিশ্রণে ঢালা হয়। ইহাতে হাইড্রোজেন আয়োডাইড গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং উহা একটি নির্গম-নলদ্বারা কুপী হইতে বাহির হইয়া আসে (চিত্র ২০৬)।

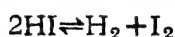


এই গ্যাসটি যথেষ্ট ভারী। ইহাকে প্রথমে লাল ফসফরাস ও শুষ্ক ফসফরাস পেটোঙ্কাইডের উপর দিয়া পরিচালিত করিয়া (আয়োডিন ও জলীয় বাষ্প হইতে মুক্ত করার জ্ঞাত) লইয়া বায়ুর উর্ধ্বভাগের দ্বারা গ্যাসজারে সঞ্চিত করা হয়।

গ্যাসটিকে ঠাণ্ডাজলে দ্রবীভূত করিয়া হাইড্রোআয়োডিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।

২০-৩০। হাইড্রোজেন আয়োডাইডের ধর্মঃ ইহা একটি স্বচ্ছ, বর্ণহীন গ্যাস। সিক্ত বাতাসে ইহা ধুমায়িত হয়। ইহা বাতাস অপেক্ষা ভারী। জলে ইহা অত্যন্ত দ্রবণীয়।

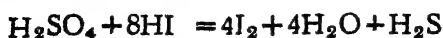
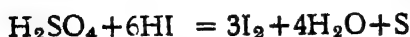
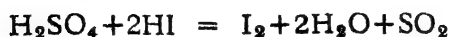
ইহার রাসায়নিক গুণাবলী হাইড্রোক্লোরিক ও হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডের অনুরূপ, কিন্তু ইহা ঐ দুইটি অ্যাসিড অপেক্ষা অনেক সহজেই বিয়োজিত হয়। উত্তাপে ইহা উপাদান মৌল দুইটিতে পরিণত হইতে থাকে।



হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিড অম্লায়ক এবং যথারীতি বিভিন্ন ধাতু ও ক্ষারকের সহিত বিক্রিয়া করে।

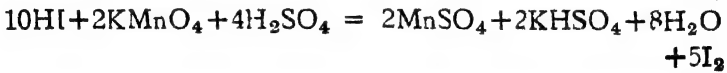
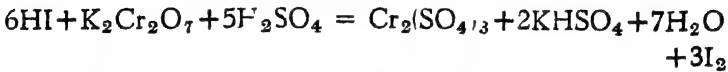
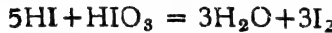
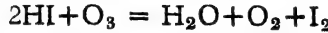
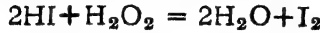
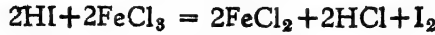
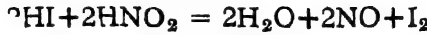
হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিডের বিজ্ঞাবণগুণ বিশেষ উল্লেখযোগ্য। বহু রকম পদার্থকে ইহা বিজাবিত করে এবং সর্বদাই উহা নিজে জাবিত হইয়া আয়োডিনে পরিণত হয়। কয়েকটি উদাহরণ নিম্নে দেওয়া হইল।

(ক) সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উহার বিভিন্ন প্রকারেব বিক্রিয়া হয়।



(খ) বাতাসে অক্সিজেন দ্বারাও আলোর উপস্থিতিতে সহজেই HI জারিত হয় :—  $4HI + O_2 = 2I_2 + 2H_2O$ .

(গ) উহাব অন্যান্য বিজারণ ক্রিয়া :—



বস্তুতঃ, হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিড বিজারক হিসাবেই ব্যবহৃত হয়।

## ২০-৩১। হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিড ও অন্যান্য আয়োডাইডের পরীক্ষা :

নিম্নলিখিত পরীক্ষাসমূহ সাহায্যে হাইড্রো আয়োডিক অ্যাসিড ও উহাব বিভিন্ন লবণ নির্ণয় সম্ভব :

(১) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড সহযোগে তত্ত্বপ্ত করিলে এই সমস্ত পদার্থ হইতে আয়োডিন উৎপন্ন হয়। এই সঙ্গে ম্যাঙ্গানিজ ডাই অক্সাইড দিলে আবার সহজে আয়োডিন নির্গত হয়।

(২) আয়োডাইডের দ্রবণে ক্রোরিনেব জলীয় দ্রবণ দিলে আয়োডিন নিগত হয়। উহাকে ক্লোবোক্ষমেব সহিত ঝাঁকাইয়া লহলে ক্লোবোক্ষম বেগুনী বর্ণ ধারণ করে। অথবা, স্টার্চ দিলে উহা নীল হইয়া আয়োডিনের অস্তিত্ব নির্দেশ করে।

(৩) আয়োডাইডের দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ ঢালিলে ধূসর পীতভাষ সিলভার আয়োডাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। সিলভার আয়োডাইড অ্যামোনিয়া এবং নাহটিক অ্যাসিড উভয়েই অদ্রবণীয়।

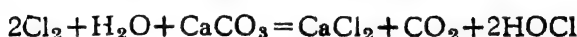
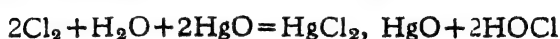
## অক্সি-অ্যাসিড

হ্যালোজেনগুলির নানারকমেব অক্সি-অ্যাসিড আছে। এখানে আমরা মাত্র একটি অক্সি অ্যাসিডেব কথা উল্লেখ করিতেছি।

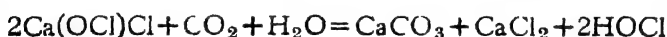
২০-৩২। হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড,  $HOCl$  : হাইপো-ক্লোরাস অ্যাসিড বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া সম্ভব নয়, জলীয় দ্রবণেই শুধু উহার

অস্তিত্ব প্রমাণিত হইয়াছে। খুব কম উষ্ণতায় অবশ্য উহার লোদক ফটিক ইন্দানীং কেলাসিত করা সম্ভব হইয়াছে।

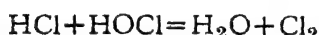
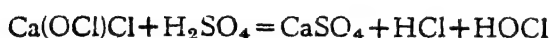
**প্রস্তুতি :** (১) ক্লোরিনের জলীয় দ্রবণের সহিত সত্ত্ব প্রস্তুত পীত মারকিউরিক অক্সাইড ঝাঁকাইয়া লইলে হাইপোক্লোরাস অ্যাসিডের দ্রবণ পাওয়া যায়। অথবা জলে ভাসমান চকের গুঁড়ার ভিতর ক্লোরিন গ্যাস চালনা করিলেও উহা হাইপোক্লোরাস অ্যাসিডের দ্রবণে পরিণত হয়।



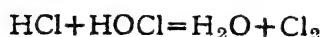
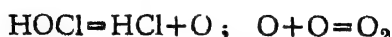
(২) বিরঞ্জক-চূর্ণের (ব্লীচিং পাউডার) উপর লঘু অ্যাসিডের ক্রিয়ার ফলেও খুব সহজে হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড পাওয়া যায়। এমন কি, কার্বন-ডাই-অক্সাইডের মত মুদু-আম্লিক অক্সাইড সাহায্যেও হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড উৎপন্ন করা সম্ভব।



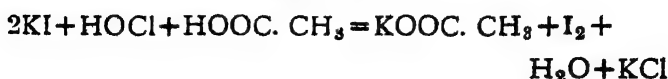
কিন্তু ক্লোরাইড হইতে HCl উৎপন্ন করিতে সক্ষম একপ তীব্র কোন অ্যাসিড প্রয়োগে উৎপন্ন হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড ক্লোরিনে পরিণত হইয়া যাইবে, যথা :—



হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড বিসৃদ্ধ অবস্থায় পাওয়া সম্ভব নয়। ইহার জলীয় দ্রবণ শতকরা প্রায় ২৫ ভাগেব বেশি গাঢ় করা সম্ভব নয়। লঘু দ্রবণ মোটামুটি স্থায়ী হইলেও ইহাও গাঢ় দ্রবণ, বিশেষতঃ আলোর প্রভাবে, বিযোজিত হইয়া অক্সিজেন এবং ক্লোরিনে পরিণত হইয়া যায় :—



এত সহজে অক্সিজেন উৎপন্ন করিতে পারে বলিয়াই হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড বেশ তীব্র-জারকের কাজ করে। বস্তুতঃ, উহা হইতে যে জায়মান অক্সিজেন সঞ্চারিত হয়, তাহাই জারণ-ক্রিয়া সম্পন্ন করে।

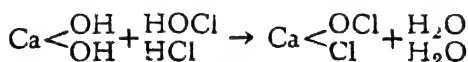


হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড দ্রবণ বিরঞ্জকরূপে এবং বীজবারক রূপে ব্যবহারের হেতু উহার জায়মান অক্সিজেন প্রদান-ক্ষমতা। ক্লোরিনের মত, ইহাও জারণ-ক্রিয়ার দ্বারা বিরঞ্জন করে।

ম্যাগনেসিয়ামের সহিত হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে :—

$$\text{Mg} + 2\text{HOCl} = \text{Mg}(\text{OCl})_2 + \text{H}_2$$

২০-৩০। বিরঞ্জক-চূর্ণ, ক্যালসিয়াম প্যাউডার,  $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$ —সাধারণতঃ ক্যালসিয়াম প্যাউডার বা বিরঞ্জক-চূর্ণ নামে যাহা পরিচিত, উহার রাসায়নিক নাম, “ক্যালসিয়াম-ক্লোরো-হাইপোক্লোরাইট”,  $\text{Ca} < \begin{smallmatrix} \text{OCl} \\ \text{Cl} \end{smallmatrix}$ । ইহাকে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এবং হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড উভয়ের মৃগ্ম-লবণ বলিয়া ধরা যাইতে পারে।



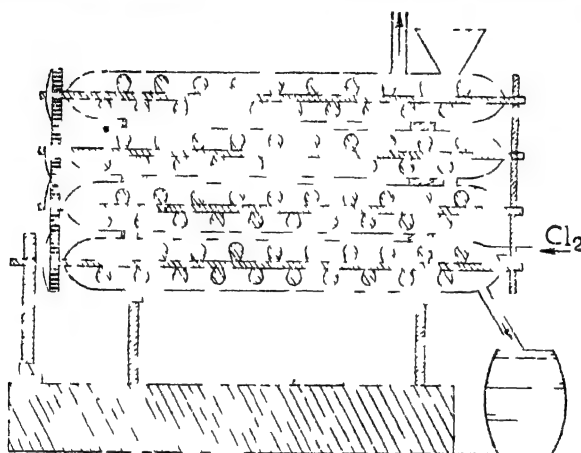
বিরঞ্জন-কাষে এবং পংক্রামক জাবাণু প্রতিষেধক হিসাবে ইহার চাহিদা অত্যন্ত বেশী। ইহার প্রস্তুতিতে নানা রকম উপায় অবলম্বন করা হইতেছে। এখানে দুইটি প্রণালী বিবৃত করা হইল।

(১) সীসা নিমিত্ত প্রকোষ্ঠের সিমেন্ট বা শিলাজতুর মেঝেতে প্রথমে প্রায় তিন ইঞ্চি পুরু কবিত্তা কলিচূন রাখা হয়। এই কলিচূন বেশ চূর্ণ অবস্থায় থাকা প্রয়োজন এবং উহাতে শতকরা ২৬ ভাগের অধিক জল থাকা উচিত নয়। উপরের দিকে একটি প্রবেশ-নলের সাহায্যে এই প্রকোষ্ঠের ভিতরে অনাড় ক্লোরিন গ্যাস চালিত করা হয়। এই ক্লোরিন গ্যাসে সচরাচর আয়তন হিসাবে শতকরা ৪০ ভাগ ক্লোরিন বায়ুর সহিত মিশ্রিত থাকে। কলিচূন ক্লোরিন শোষণ করে এবং ধীরে ধীরে বিরঞ্জক-চূর্ণে পরিবর্তিত হয়। যাহাতে যথাসাধ্য ক্লোরিন বিশোধিত হয় সেইজন্ত মধ্যমধ্যে কাঠের হাতা দ্বারা কলিচূন নাড়িয়া দিতে হয়। প্রকোষ্ঠটির উচ্চতা ৪০ সেন্টিগ্রেডের অনধিক রাখা হয়। অধিকতর উচ্চতায় বিরঞ্জক-চূর্ণ বিঘোজিত হইয়া যায়। প্রায় ২৪ ঘণ্টা এইরূপে রাখিয়া

দিলে বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হয়। বিক্রিয়া-শেষে প্রকোষ্ঠের দুয়ার খুলিয়া কিছু কলিচূনের গুঁড়া ছড়াইয়া দিতে হয়, তাহা অবশিষ্ট ক্লোরিন টানিয়া লয়। তৎপর এই বিরঞ্জক-চূর্ণ কাঠের বা আলকাতরা মাখান লোহার পিপেতে করিয়া চালান দেওয়া হয়।



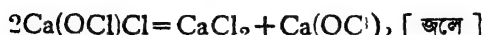
(২) হেজেনক্রেভারের যন্ত্রের ব্যবহারে অত্যন্ত লঘু ক্লোরিন গ্যাসেব সাহায্যেও কলিচূন হইতে বিরঞ্জক-চূর্ণ প্রস্তুত করা সম্ভব (চিত্র ২০৭)। ইহাতে কয়েকটি লোহনিমিত অণুভূমিক প্রশস্ত নল বা সিলিণ্ডার থাকে। উহাদের প্রত্যেকটির অভ্যন্তরে “ডু”র মত একটি দীর্ঘ আলোড়ক আছে।



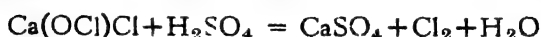
চিত্র ২০৭—হেজেনক্রেভার যন্ত্রে বিরঞ্জক-চূর্ণ প্রস্তুতি

সকলের উপরে যে নলটি আছে উহাতে কলিচূন দেওয়া হয়। আলোড়ক-গুলি আস্তে আস্তে ঘূর্ণিতে থাকে। আলোড়কের ঘূর্ণনের সঙ্গে সঙ্গে এই কলিচূন এক প্রান্ত হইতে অপর প্রান্তে বাইতে থাকে এবং অবশেষে নির্গমপথে দ্বিতীয় নলে প্রবেশ করে। এইভাবে কলিচূন চারিটি নল অতিক্রম করে। ইত্যবসরে সর্বশেষ নলেব ভিতর লঘু ক্লোরিন গ্যাস প্রবেশ করাইয়া দেওয়া হয়। এই ক্লোরিন কলিচূনের পথেই বিপরীত মুখে পরিচালিত হয়। স্ততরাং কলিচূন ও ক্লোরিন নিবিড় সংস্পর্শে আসে এবং বিরঞ্জক-চূর্ণ উৎপন্ন হয়। সকলের নীচের নল হইতে বিরঞ্জক-চূর্ণ কাঠের পিপেতে ভরিয়া লওয়া যায়।

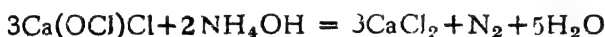
বিরঞ্জক-চূর্ণ একটি অনিয়তাকার পদার্থরূপে পাওয়া যায়। উহা জলে দ্রবীভূত হইয়া ক্লোরাইড ও হাইপোক্লোরাইট মিশ্রণে পরিণত হয়।



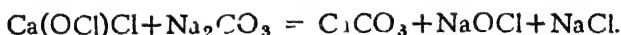
মৃদু অ্যাসিডের লঘু দ্রবণে বিরঞ্জক-চূর্ণ হইতে হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড পাওয়া যায়। কিন্তু তীব্র অ্যাসিডের দ্রবণে ক্লোবিন নির্গত হয়।



বলা বাহুল্য, এই নির্গত ক্লোবিনের ভলুট ইহাব বিরজন-ক্রিয়া সম্পাদিত হয়। বিরঞ্জক-চূর্ণের উপর গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণ করিলে, উহা হইতে নাইট্রোজেন বিমুক্ত হয়।



সোডিয়াম কার্বনেট বিবরঞ্জক-চূর্ণের সহিত বিক্রিয়া কবে এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড ও হাইপোক্লোরাইট পাওয়া যায়—



• বিরঞ্জক-চূর্ণের জাবগক্ষমতা বিশেষ উল্লেখযোগ্য। পটাশিয়াম আয়োডাইড হইতে উহা আয়োডিন উৎপাদন কবে।



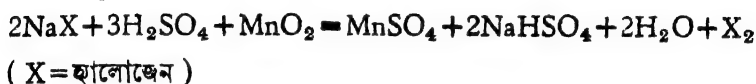
কোবাল্টের যৌগসমূহের উপস্থিতিতে বিরঞ্জক-চূর্ণ হইতে অক্সিজেন পাওয়া যায় :—



**বিরঞ্জন-প্রণালী :** বস্তাদি বিরঞ্জক-চূর্ণ সাহায্যে পরিষ্কৃত করিতে হইলে প্রথমে অপরিষ্কৃত বস্তাদি বিরঞ্জক-চূর্ণের দ্রবণে ভিজাইয়া লইতে হয় এবং পরে উহাকে অত্যন্ত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে ধোয়া হয়। ইহাতে ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। উহাই বিরঞ্জন করিয়া থাকে। অতঃপর অ্যাসিড দূরীভূত করার জন্য বস্তাগুলি সোডাতে ধুইয়া লওয়া হয় এবং পরে সোডিয়াম সালফাইট বা থায়োসালফেট দ্রবণে ধৌত করিয়া ক্লোরিন-মুক্ত করা হয়।



২০-৩৮। হ্যালোজেনসমূহের তুলনা: হ্যালোজেন চতুস্তয় এবং উহাদের কয়েকটি সরল যোগ সম্বন্ধে আমরা আলোচনা করিয়াছি। উহারা পর্যায় সারণীতে একই শ্রেণীতে স্থান পাইয়াছে এবং বস্তুতঃ উহাদের ভিতর যথেষ্ট সাদৃশ্য বিদ্যমান। উহাদের প্রায় সমস্ত ধর্মই অনুরূপ, কেবল ক্লোরিন অত্যধিক সক্রিয় বলিয়া উহার কতকগুলি বিশেষ রাসায়নিক ধর্ম দেখা যায়। এই সকল ধর্মের মাত্রা অবশ্য পারমাণবিক গুরুত্ব বৃদ্ধির সহিত বাড়িতে বা কমিতে থাকে। ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আয়োডিন আবার একই উপায়ে প্রস্তুত করাও হয় :—



ইহারা সকলেই অধাতব মৌল, সুতরাং অপরাবিদ্যুৎগুণসম্পন্ন মৌল-পদার্থ। এই অপরাবিদ্যুৎগুণ অবশ্য ক্লোরিন হইতে আয়োডিন পর্যন্ত ক্রম পর্যায়ে হ্রাস পাইতে থাকে। প্রত্যেকটি হ্যালোজেনই জারণগুণসম্পন্ন এবং বিরঞ্জনরূপে কাজ করে। পারমাণবিক গুরুত্ব বৃদ্ধির সঙ্গে এই গুণগুলি কমিয়া যায়। উহাদের হাইড্রোজেন যোগসমূহের মধ্যেও যথেষ্ট সাদৃশ্য দেখা যায়। ৩০৭-৩০৮ পৃষ্ঠায় উহাদের ধর্মগুলির একটি তুলনামূলক তালিকা দেওয়া হইল :—

ধর্ম	ফ্লুরিন	ক্লোরিন	ব্রোমিন	আয়োডিন
১। পারমাণবিক ভরসংখ্যা	১৯	৩৫.৫	৮০	১২৭
২। সাধারণ অবস্থা, বর্ণ প্রকৃতি	ঈষৎ পীত গ্যাস	ঈষৎ সবুজ পীত গ্যাস	ঘন-কাল তবল পদার্থ	কাল কঠিন পদার্থ, বাষ্পাকারে বেগুনী
৩। ঘনত্ব (তবল অবস্থায়)	১১১	১৫৫	৩১৯	৪৯ (কঠিন)
৪। ফুটনাক	—১৮৭	—৩৪	৫৯	১৮৪
৫। জলের উপর ক্রিয়া	HF এবং O <sub>২</sub> উৎপন্ন হয়	দ্রাব্যে আছে HCl এবং O <sub>২</sub> গ্যাসে পরিণত হইতে থাকে	HB <sub>২</sub> এবং O <sub>২</sub> গ্যাস পরিণত হয়, বিশেষতঃ সূর্যালোক	কোন ক্রিয়া হয় না
৬। জৈবপদার্থের উপর ক্রিয়া	শিশিষ্ট হইয়া থাকে	হাইড্রোজেন প্রতিক্রিয়াপন্ন করে	হাইড্রোজেন প্রতিক্রিয়াপন্ন করে	কোন ক্রিয়া দেখা যায় না
৭। হাইড্রোজেনের সহিত বিক্রিয়া	বিকোরণপূর্বক সংযোগ সংঘটিত হয়	তীব্র আলোকপাতে বিস্ফোবণ হয় যট, কিন্তু সাধারণ অবস্থায় দীর্ঘকাল ধীরে HCl উৎপন্ন হয়	তাপের সাহায্যে হাইড্রোজেনের সহিত মিলিত হইয়া HB <sub>২</sub> উৎপন্ন হয়	আংশিক HI আয়ডিড তৈরি ও প্রত্যেক সাহায্যে উৎপন্ন করা সম্ভব

ধর্ম	ফ্লুরিন	ক্লোরিন	ব্রোমিন	আয়োডিন
১। মৌল পদার্থের সহিত ধাতু—	সবল ধাতুই আক্রান্ত হয় এবং প্রজ্বলিত হয়। থাকে।	সবল ধাতুই আক্রান্ত হয় এবং অধিকাংশই প্রজ্বলিত হয়। থাকে।	অধিকাংশ ধাতুই আক্রান্ত হয়।	অনেক ধাতুর সহিত সরাসরি মিলিত হয়।
অণুতু—	$N_2, O_2, C$ ব্যতীত সবাই অক্রান্ত হয়।	$N_2, O_2, C$ ছাড়া সবাই আক্রান্ত হয়।	$N_2, O_2, C, Si$ ছাড়া সবাই আক্রান্ত হয়।	কেবলমাত্র $P, As$ $halogens$ -এর সহিত যুক্ত হয়।
২। আয়নের সহিত বিক্রিয়া :— (ক) জল দ্রবণ (খ) গাঢ় দ্রবণ	ফ্লোবাইড ফ্লোরিন মনো- ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। ফ্লোবাইড অক্সিজেন ইত্যাদি পাওয়া যায়।	$Cl, OCl$ ও জল উৎপন্ন হয়। $Cl$ ও $ClO_2$ এবং জল উৎপন্ন হয়।	$Br, OBr$ ও জল উৎপন্ন হয়। $Br, HBrO_2$ ও জল উৎপন্ন হয়।	$I, OI$ এবং জল পাওয়া যায়। $IO_3$ এবং জল পাওয়া যায়।
৩। উভাসের হাইড্রোজেন বোমসমূহ :— (ক) স্থায়িত্ব (খ) জলে দ্রাব্যতা ( $^{\circ}$ উষ্ণতায়)	$HF$ উষ্ণতায় কিছুই হয় না $8^{\circ}$	$HCl$ ১০০ সেটি বিয়োজন করে হয় $83^{\circ}$	$HBr$ $100^{\circ}$ উপরে বিয়োজন আবদ্ধ হয় $124^{\circ}$	$HI$ সুখালোকে বা $120^{\circ}$ নিম্নোক্ত আবদ্ধ হয় $250^{\circ}$

বিভিন্ন হালোজেনের অক্সিজেন যৌগসমূহ অল্প বিশুদ্ধতায় পাওয়া যায়। অপর তিনটির  
অক্সিজেন যৌগসমূহ অল্প বিশুদ্ধতায় পাওয়া যায়। অপর তিনটির  
অক্সিজেন যৌগসমূহ অল্প বিশুদ্ধতায় পাওয়া যায়।

## একবিংশ অধ্যায়

### ফসফরাস

সংকেত, P<sub>৪</sub> ।

পারমাণবিক গুরুত্ব, ৩০.৯৮ ।

ক্রমাঙ্ক, ১৫ ।

হামবুর্গের চিকিৎসক ব্র্যান্ড (Brand) ১৬৭৪ খ্রীষ্টাব্দে মৃত্র হইতে ফসফরাস আবিষ্কার করেন। উহার প্রায় এক শতাব্দী পবে ১৭৭১ খ্রীষ্টাব্দে গান (Gahn) প্রমাণ করেন যে অগ্নিতেও ফসফরাস বিদ্যমান। উহার পবেব বৎসরেই শীলে অগ্নিচূর্ণ হইতে ফসফরাস প্রস্তুত করার উপায়টি উদ্ভাবন করেন। ১৭৭৭ খ্রীষ্টাব্দে ল্যাভয়সিয়ের কতৃক উহাব মৌল্য প্রমাণিত হয়। স্বতঃপ্রসূত হইয়া আলো বিকিরণ কবে, অর্থাৎ অন্ত্রপ্রভ, এই জন্ত উহার নামকরণ হয় ফসফরাস (Phos, আলো ; pheres, ধারণ করা)।

প্রকৃতিতে ফসফরাস মোতাবস্ত্য পাওয়া যায় না। উহাব বিভিন্ন যৌগের ভিতর ক্যালসিয়াম ফসফেট বিশেষ উল্লেখযোগ্য। হাড়ের ভিতর শতকরা প্রায় ৫৮ ভাগ ক্যালসিয়াম ফসফেট থাকে। এতদ্ব্যতীত বহু খনিজ পদার্থেও ফসফেট যৌগ থাকে :

(১) ফ্লুর-অ্যাপেটাইট (Fluor-apatite)  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2, \text{CaF}_2$

(২) ক্লোর-অ্যাপেটাইট (Chlor-apatite)  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2, \text{CaCl}_2$

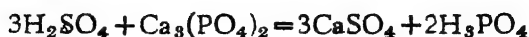
(৩) ফসফোরাইট (Phosphorite),  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  ইত্যাদি

উদ্ভিদ ও প্রাণীদেহেব ফসফো-প্রোটিন যৌগে ফসফরাস আছে। দুধের ক্যাজেইন, ডিমের হাইটেলিন উহার দৃষ্টান্ত।

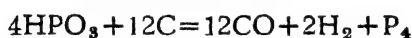
### ২১-১। অস্থিতন্ত্র হইতে ফসফরাস প্রস্তুতি :

প্রথমতঃ অস্থিসমূহ ছোট ছোট টুকরা করিয়া জলে ফুটাইয়া পরিষ্কৃত করিয়া লওয়া হয়। তৎপর  $\text{CS}_2$  দ্রাবকদ্বারা উহা হইতে স্নেহ ও চর্বিজাতীয় পদার্থগুলি নিষ্কাশিত করা হয় এবং অতিতপ্ত স্টিমের ভিতর অস্থিগুলি সিদ্ধ করিয়া লইলে উহার আঠা ও ডিলাটিন জাতীয় জৈবপদার্থগুলি দূর হয়। অতঃপর একটি আবদ্ধ লৌহপাত্র হইতে উহার অন্তর্ব্যপাতন করা হয়। এই প্রক্রিয়াব ফলে অস্থিসমূহ একটি কালো বিচূর্ণ পদার্থে পরিণত হয়। ইহাকে প্রাণীজ অঙ্কার বলে। ইহা কার্বন ও ক্যালসিয়াম ফসফেটের মিশ্রণ। প্রাণীজ অঙ্কারটিকে বাতাসে ভস্মীভূত করিলে ইহা একটি শ্বেতাভ পদার্থে পরিণত হয়—ইহাই “অস্থিতন্ত্র” (Bone ash)। ইহাতে ৮০% ক্যালসিয়াম ফসফেট থাকে।

মোটামুটি রকমের গাঢ় ও তপ্ত সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তমরূপে মিশ্রিত করিয়া বিচূর্ণ অস্থিভস্মকে ক্যালসিয়াম সালফেট ও ফসফরিক অ্যাসিডে পরিণত করা হয়।



অতঃপর  $\text{CaSO}_4$  ছাঁকিয়া সরাইয়া লওয়া হয় এবং ফসফরিক অ্যাসিডের দ্রবণ পাওয়া যায়। অতঃপর ক্রমাগত বাষ্পীভবনদ্বারা গাঢ় করিয়া ঐ দ্রবণটিকে সিবাগ্নে পরিণত করা হয়। এই সিরাপটির সহিত কার্বন বা চারকোলচূর্ণ মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটিকে লোহার কড়াইতে সম্পূর্ণ বিস্কৃত করা হয়। অগ্নিসহ মুক্তিকার বকযন্ত্রে এই শুষ্ক অবশেষটি স্বেততপ্ত কবা হয়। বকযন্ত্রের মুখটি জলের নীচে নিমজ্জিত করিয়া রাখা হয়। উত্তাপে ফসফরিক অ্যাসিড বিযোজিত হইয়া প্রথমে মেটা-ফসফরিক অ্যাসিডে পরিণত হয় এবং পরে উহা কার্বনদ্বারা বিজারিত হইয়া ফসফরাসে পরিবর্তিত হয়।  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$  এবং ফসফরাস—বিক্রিয়াজাত এই তিনটি পদার্থই গ্যাসীয় অবস্থায় নির্গত হয়। জলেব সংস্পর্শে আসিয়া ফসফরাস ঘনীভূত হইয়া কঠিনাকার ধারণ করে, কিন্তু  $\text{H}_2$  এবং  $\text{CO}$  বাহির হইয়া চলিয়া যায়।

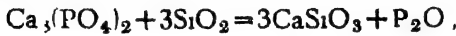


ফসফরাস বায়ুর সংস্পর্শে আসিলেই অক্সাইডে পরিণত হইতে থাকে। স্তত্রাং, সর্বদা ইহাকে জলের ভিতরে রাখা হয়।

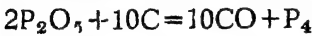
**২১-২। খনিজ ফসফরাইট হইতে ফসফরাস প্রাপ্তি :** এই পদ্ধতিটিকে সচরাচর “বৈদ্যুতিক প্রণালী” বলে। আবার প্রবর্তনকারীদের নামানুযায়ী পদ্ধতিটিকে রীডম্যান-পার্কার রবিনসন প্রণালীও বলা হয়। খনিজ ক্যালসিয়াম ফসফেটকে বালু (সিলিকা) এবং কার্বনের সহিত উত্তপ্ত করিলে ফসফরাস পাওয়া যায়। ইহাতে অত্যধিক উষ্ণতার প্রয়োজন এবং এই তাপ প্রয়োগের জন্য বিদ্যুৎশক্তি ব্যবহৃত হয়।

অগ্নিসহ-ইষ্টক নিমিত্ত একটি আবদ্ধ বৈদ্যুতিক চুহীতে এই বিক্রিয়াটি সম্পন্ন করা হয়। চুহীটির নীচের দিকে কার্বনের দুইটি তড়িদ্ধার আছে। এই তড়িদ্ধার দুইটির ভিতর তড়িৎ-দ্বন্দ্ব বা আর্ক দ্বারা উত্তাপ সৃষ্টি করা হয়।

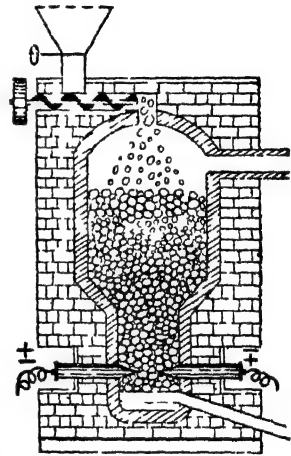
চুল্লীর উপরিস্থিত একটি চোদের ভিতর দিয়া খনিজ ফসফেট, কার্বন ও সিলিকাব একটি মিশ্রণ বিচূর্ণ অবস্থায় দেওয়া হয়। উহা একটি “জু”-প্রবেশ-পথের মধ্য দিয়া চুল্লীর অভ্যন্তরে যায় এবং উত্তপ্ত হয়। ১২০০ সেন্টিগ্রেডেরও অধিক উষ্ণতায় ক্যালসিয়াম ফসফেট ও সিলিকার বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। ইহার ফলে ক্যালসিয়াম সিলিকেট ও ফসফরাস পেটোস্কাইড উৎপন্ন হয় (চিত্র ২১ক)।



ফসফরাস পেটোস্কাইড পবে কার্বনদ্বারা বিজারিত হইয়া CO এবং ফসফরাস মোলে পবিণত হয়। উত্তপ্ত বলিয়া এই ফসফরাস বাষ্পীয় অবস্থায় CO-এর সহিত চুল্লীর উপরের একটি নিগম-পথে বাহির হইয়া আসে। এই গ্যাস জলের ভিতর পরিচালিত কবা হয়। ফসফরাস কঠিনাকাবে জলের নীচে সঞ্চিত হয়, কার্বন-মোনোস্কাইড বাহির হইয়া যায়।



উৎপন্ন ক্যালসিয়াম সিলিকেট এই উষ্ণতায় গলিয়া যায় এবং অস্ফাট অপ্রয়োজনীয় বস্তুসহ একটি ধাতুমলেব সৃষ্টি করে। ইহা চুল্লীর নীচে সঞ্চিত হয় এবং প্রয়োজন মত একটি সরু নির্গমপথে নিকামিত হয়।

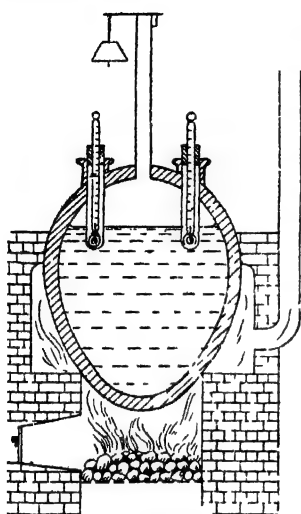


চিত্র-২১ক

এইভাবে যে ফসফরাস পাওয়া যায় তাহা নম্পূর্ণ বিশুদ্ধ নয়। হুতরায় ইহাকে ক্রোমিক অ্যাসিডের দ্রাণে রাখিয়া গলান হয়। ক্রোমিক অ্যাসিড ফসফরাসের সহিত মিশ্রিত অপদ্রব্যগুলিকে জারিত করিয়া দূর করে। পরে এই গলান ফসফরাস জলের নীচে ক্যান্ডাস বা chamouis leather সাহায্যে ছাঁকিয়া ছোট ছোট বস্তুর আকারে ঢালাই করিয়া লওয়া হয়। এইভাবে বিশুদ্ধতর ফসফরাস প্রস্তুত হয়।

২১-৩। ফসফরাসের বহুরূপতা : উপরি-বর্ণিত উপায়ে যে ফসফরাস প্রস্তুত হয় তাহাকে শ্বেত বা কখনও পীত ফসফরাস বলা হয়। ফসফরাস একটি বহুরূপী মৌল। উহার একাধিক রূপভেদ আছে, তন্মধ্যে

শ্বেত ও লোহিত ফসফরাস বিশেষ উল্লেখযোগ্য। এই দুই প্রকারের ফসফরাসের মধ্যে অবস্থাগত ধর্মের পার্থক্য ত আছেই, রাসায়নিক ধর্মেরও অনৈক্য বিদ্যমান।



চিত্র ২১খ

লোহিত ফসফরাস প্রস্তুতি

এই প্রক্রিয়ার সময় উষ্ণতা কখনও ২৫০ সেন্টিগ্রেডের অধিক করা হয় না। উৎপন্ন কঠিন লোহিত ফসফরাসের সহিত কিছু শ্বেত ফসফরাস মিশ্রিত থাকে। সেই জন্ত উহাকে চূর্ণ করিয়া কষ্টিক সোডার গাঢ় দ্রবণের সহিত ফুটাইয়া লওয়া হয়। ইহাতে লোহিত ফসফরাসের কিছু হয় না, কিন্তু শ্বেত ফসফরাস ফসফিন ও সোডিয়াম হাইপোফসফাইটে পরিণত হইয়া যায়। ডলে ধুইয়া ও শুকাইয়া লোহিত ফসফরাস সংগ্রহ করা যাইতে পারে। ইহা বায়ুতে সহজে জারিত হয় না। হুতরাং, জলের নীচে রাখার প্রয়োজন নাই।

লোহিত ফসফরাসকে ৫৫০ ডিগ্রীরও অধিক উষ্ণতায় বাষ্পীভূত করিয়া পাতিত করিলে উহা আবার শ্বেত ফসফরাসে পরিণত হয়।

২১-৪। ফসফরাসের ধর্মঃ শ্বেত ফসফরাসঃ—

(১) ইহা শ্বেত বা পীতভাৱে নিয়তাকার কঠিন পদার্থ। কিন্তু ইহার কাঠিন্য খুব কম এবং মোমের মত ইহাকে ছুরির সাহায্যে কাটা যায়। জলে ইহা অদ্রাৱ্য,

লোহিত-ফসফরাস সর্বদাই শ্বেত ফসফরাস হইতে প্রস্তুত হয়। একটি আবদ্ধ লোহ-পাত্রে নাইট্রোজেন বা কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের মধ্যে রাখিয়া শ্বেত ফসফরাস ২৪০-২৫০ পর্যন্ত উত্তপ্ত করিলে উহা লোহিত ফসফরাসে পরিণত হয়। পরিবর্তনটি সহজসাধ্য করার জন্ত প্রভাবক হিসাবে একটু আয়োডিন মিশ্রিত করা হয় (চিত্র ২১খ)।

২৫০

P (শ্বেত)  $\longrightarrow$  P (লোহিত)

এই বিক্রিয়াটি তাপ-উদ্দগারী, এবং দ্রুত নিষ্পন্ন হইলে অত্যধিক তাপ উৎপন্ন হইয়া বিস্ফোরণ ঘটবার সম্ভাবনা থাকে বলিয়া

কিন্তু কার্বন ডাইসালফাইড, বেনজিন, তাপিন ও অলিভ তেলে ইহা দ্রবীভূত হয়। শ্বেত ফসফরাস একটি বিষ।

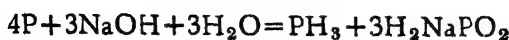
(২) অক্সিজেন বা বাতাসের সংস্পর্শে আসিলেই শ্বেত ফসফরাস জারিত হইয়া থাকে। উষ্ণতা যদি  $৩০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেডের অধিক হয় তাহা হইলে এই জারণের সময় ফসফরাস জলিয়া ওঠে এবং একটি দ্রব সূত্র শিখার সৃষ্টি করে। জারণের ফলে সাধারণতঃ ফসফরাস ট্রাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। উহার দহনের সময় যে আলোক-শিখা উৎপন্ন হয় তাহা কিন্তু অত্যন্ত ঠাণ্ডা; ইহা স্পর্শ করিলেও কোন তাপ অনুভূত হয় না। অগ্নি বস্তুব সহিত স্বল্প পরিমাণে (লক্ষভাগে একভাগ) মিশ্রিত থাকিলেও এই আভা হইতে ফসফরাসের উপস্থিতি জানা সম্ভব। ইহাকেই ফসফরাসের অল্পপ্রভা বলে। বিভিন্ন পরীক্ষা হইতে মনে হয়, ফসফরাসের এই স্বতঃদহনের (auto-oxidation) সময় বাতাসে কিঞ্চিৎ জলীয় বাষ্পের উপস্থিতি প্রয়োজন। অত্যন্ত শুষ্ক অক্সিজেনে ফসফরাসের জারণ হইতে চায় না। তাপিন তেল, কোহল প্রভৃতি থাকিলেও ফসফরাসের জারণ অনেকটা নিবারণিত হয়। অতএব ইহার বাধকের কাজ করে।

শ্বেত ফসফরাস যদি বাতাসে উত্তপ্ত করা হয় তাহা হইলে ফসফরাস-পেন্টোঅক্সাইডের ধূম নিগত হইতে থাকে।  $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$ .

(৩) বিভিন্ন হ্যালোজেন ও সালফারের সহিত সোজাসজি যুক্ত হইয়া শ্বেত ফসফরাস ভিন্ন ভিন্ন যৌগের সৃষ্টি করে। কোন কোন ধাতুব সহিতও ইহার রাসায়নিক সংযোগ হইতে দেখা যায়। এই সকল বিক্রিয়া চলে প্রায়ই উহা জলিয়া ওঠে এবং তাপ ও আলো উদ্গারণ করে।



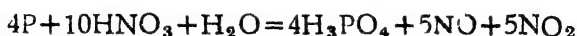
(৪) কঙ্কি সোডা, কঙ্কি পটাস ইত্যাদি তৌলক্ষারের দ্রবণের সহিত শ্বেত ফসফরাস ফুটাইলে উহা ফসফিন গ্যাস ও হাইপোফসফাইট লবণে পরিণত হয় :—



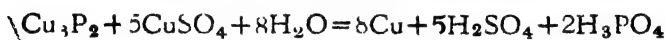
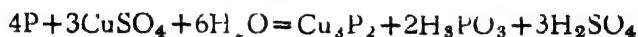


(এই ফসফিন গ্যাসের ধর্ম অনেকাংশে অ্যামোনিয়ার মত। এই গ্যাসটিও ক্ষারধর্মী।)

(৫) শ্বেত ফসফরাস বিজ্ঞাবক হিসাবেও ক্রিয়া কবে। গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও শ্বেত ফসফরাস একত্র ফুটাইলে অ্যাসিড বিজ্ঞারিত হইয়া নাইট্রোজেন অক্সাইডে পরিণত হয়, এবং ফসফরাস জারিত হইয়া ফসফবিক অ্যাসিড হয়।



কপার, সিলভার ও গোল্ডের লবণের দ্রবণে শ্বেত ফসফরাস দিলে ঐ সমস্ত লবণ বিজ্ঞারিত হইয়া উহাদের ধাতু অধঃক্ষিপ্ত হয়।



**লোহিত ফসফরাস :** ইহা একটি লাল রঙের মোটামুটি অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ। খুব সম্ভবতঃ ইহা বিভিন্ন প্রকারের ফসফরাস মোলের মিশ্রণ। ইহার ঘনত্ব ২.১৬, ইহার কোন নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক নাই, তবে ৫২০ ডিগ্রীর উপর ইহা নরম হইতে থাকে এবং আবও অধিক উষ্ণতায় পাতিত হইয়া শ্বেত-ফসফরাসে পরিণতি লাভ কবে। ইহা জলে দ্রবীভূত হয় না এবং অক্সিজেন (CS<sub>2</sub> ইত্যাদি) জৈবদ্রাবকেও অদ্রবণীয়। শ্বেত ফসফরাসের মত ইহার বিবক্রিয়া নাই।

বাতাসে লোহিত ফসফরাস সহজে জ্বলিত হয় না। ২৬০ সেন্টিগ্রেডের অধিক উষ্ণতায় অবশ্য ইহা অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হয় এবং যথারীতি ফসফরাস পেট্রোল্লাইড উৎপাদন করে। হ্যালোজেনের সহিত লোহিত ফসফরাস সহজেই যুক্ত হয়, কিন্তু তীব্র ক্ষাব (NaOH) দ্রবণেব সহিত ইহার কোন বিক্রিয়া হয় না। লোহিত ফসফরাসের কোন উল্লেখযোগ্য বিজারণ দেখা যায় না।

**ফসফরাসের ব্যবহার :** শ্বেত ফসফরাসেব অধিকাংশই লোহিত ফসফরাস তৈয়ারী করিতে ব্যবহৃত কবা হয়। সোডিয়াম ও ক্যালসিয়াম হাইপোফসফাইট, ফসফরাস পেট্রোল্লাইড প্রভৃতি ফসফরাসের বিভিন্ন যোগ প্রস্তুত করিতেও শ্বেত ফসফরাস ব্যবহৃত হয়। এই সমস্ত যোগপদার্থেব বাজারে চাহিদা আছে।

লোহিত ফসফরাস বর্তমানে সমস্ত দিশাল্লাইতে ব্যবহৃত হয়। পূর্বে অবশ্য লুসিফার ‘দীপ-শলাকাতে’ শ্বেত ফসফরাসও ব্যবহৃত হইত। কিন্তু স্বাস্থ্যেব পক্ষে হানিকব বলিয়া ঐক্লপ দিশাল্লাই বর্তমানে প্রস্তুত হয় না।

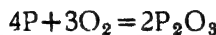
২১-৫। ফসফরাসের অক্সাইড ও অক্সি-অ্যাসিড-সমূহ : ফসফরাসের অনেক অক্সাইড এবং অক্সি-অ্যাসিড আছে, তন্মধ্যে যে কয়টি সহজলভ্য ও সচরাচর ব্যবহৃত শুধু তাহাদের বিষয় এখানে উল্লেখ করা হইতেছে।

### অক্সাইড

### অক্সি অ্যাসিড

- (১) ফসফরাস ট্রাই-অক্সাইড,  $P_2O_3$  (১) ফসফরাস অ্যাসিড,  $H_3PO_3$   
 (২) ফসফরাস পেন্টোক্সাইড,  $P_2O_5$  (২) অর্থো ফসফরিক অ্যাসিড,  $H_3PO_4$   
 (৩) পাইরো ফসফরিক অ্যাসিড,  $H_4P_2O_7$   
 (৪) মেটাফসফরিক অ্যাসিড,  $HPO_3$

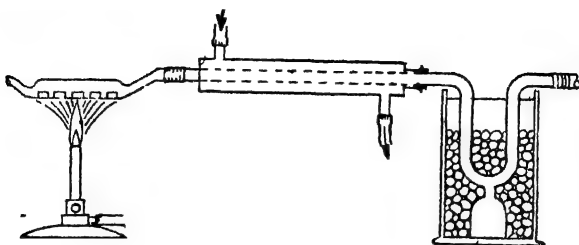
২১-৬। ফসফরাস ট্রাই-অক্সাইড,  $P_2O_3$  : একটি কাচের নলে খেত ফসফরাস লহযা উহার উপর দিয়া খুব আস্তে আস্তে একটি বায়ুপ্রবাহ পরিচালনা করা হয় এবং ফসফরাসটি জ্বলিতে থাকে। বায়ুপ্রবাহটি সতর্কভাবে সহিত নিয়ন্ত্রিত করা হয় যাহাতে অধিক অক্সিজেন না থাকে। জ্বালনের ফলে ফসফরাস ট্রাই-অক্সাইড বাষ্প উৎপন্ন হয়। উহার সহিত অবশ্য কিছু ফসফরাস পেন্টোক্সাইডও মিশ্রিত থাকে। বায়ুশ্রোতের সহিত অক্সাইড বাষ্প একটি শীতক-নলের সহিত দিয়া প্রবাহিত করা হয়। শীতক-নলটির চাবিদিকে ঈষৎ গরম জল পরিচালিত করা হয় ( $60^\circ C$ )। শীতক-নলের মধ্যে উহার শেষপ্রান্তে একটি কাচের উল থাকে। ফসফরাস পেন্টোক্সাইড ঘনীভূত হইয়া কঠিন গুঁড়িতে পরিণত হয় এবং কাচের উলে আটকাইয়া থাকে। অধিকতর উদ্বায়ী ট্রাই-অক্সাইড গ্যাস কাচের উল অনিয়ন্ত্রিত করিয়া একটি অত্যন্ত শীতল U-নলে প্রবেশ কবে ও সেইখানে ঘনীভূত হয়। এইভাবে ফসফরাস ট্রাই-অক্সাইড পাওয়া যায় (চিত্র ২১গ)।



সাধারণ অবস্থায় ফসফরাস ট্রাই-অক্সাইড কঠিন বর্ণহীন ফটিকাকার। ইহা অল্পজাতীয় অক্সাইড এবং শীতল জলে দ্রবীভূত হইয়া ফসফরাস অ্যাসিডের সৃষ্টি করে :—

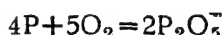


কিন্তু গরম জলে ফসফরাস ট্রাই-অক্সাইড দিলে ছোটখাট বিস্ফোরণের সৃষ্টি হয় এবং ফসফিন পাওয়া যায়,  $2P_2O_3 + 6H_2O = PH_3 + 3H_3PO_4$

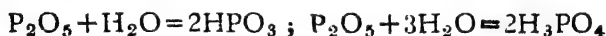


চিত্র ২১ গ— $P_2O_3$

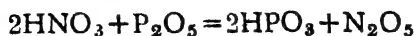
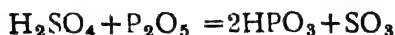
২১-৭। ফসফরাস পেণ্টোক্সাইড,  $P_2O_5$  : একটি বড় কাচের পাত্রে ছোট লোহার চামচে কবিতা অল্প অল্প খেত ফসফরাস অতিরিক্ত বায়ুতে পোড়াইলেই ফসফরাস পেণ্টোক্সাইড পাওয়া যায়। ইহা পাত্রটির তলদেশে সঞ্চিত হয়। পরে উহাকে উর্ধ্বপাতন প্রক্রিয়ার সাহায্যে বিস্কৃতকরণ করা যাইতে পারে।



ফসফরাস পেণ্টোক্সাইড সাধারণতঃ বিচূর্ণ অবস্থায় পাওয়া যায়।  $250^\circ$  সেন্টিগ্রেডের অধিক উষ্ণতায় ইহা উর্ধ্বপাতিত হইয়া থাকে। ইহাও অল্প-জাতীয় অক্সাইড। শীতলজলে দ্রবীভূত হইলে মেটা-ফসফবিক অ্যাসিড, কিন্তু গরম জলে দ্রবীভূত করিলে অর্থোফসফবিক অ্যাসিড পাওয়া যায় :—



বস্তুতঃ, জলেব প্রতি ফসফরাস পেণ্টোক্সাইডেব আসক্তি খুব বেশী। সুতরাং অল্প কোন বস্তু হইতে চল শোষণ করিয়া লইতে বা কোন গ্যাস হইতে জলীয় বাষ্প সরাইয়া লইতে ইহা উৎকৃষ্ট নিরুদকের কাজ কবে। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড, ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড প্রভৃতি হইতে ইহার নিরুদনক্ষমতা অনেক বেশী। শুধু জলীয় বাষ্প নয়, কোন কোন অণু হইতেও ইহা জল টানিয়া লয় এবং উহাদেব বিযোজিত করিয়া দেয় ; যথা :—

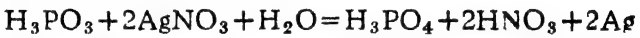
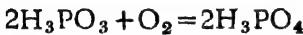


কাগজ, কাঠ ও অনেক জৈব পদার্থ  $P_2O_5$  দ্বারা এইভাবে আক্রান্ত হইয়া থাকে।

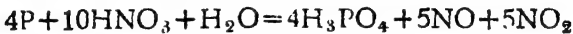
২১-৮। ফসফরাস অ্যাসিড,  $H_3PO_4$  : ফসফরাস ট্রাই-অক্সাইডকে শীতল জলে দ্রবীভূত করিয়া অথবা ফসফরাস ট্রাই-ক্লোরাইডের অর্ধ-বিগ্লেষণ দ্বারা ফসফরাস অ্যাসিড পাওয়া যায়।



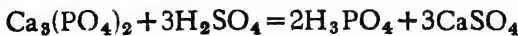
দ্রবণ হইতে ফসফরাস অ্যাসিড কঠিন সাদা স্ফটিকাকারে পাওয়া যাইতে পারে। উহার গলনাঙ্ক ৭৩। ইহার বিজারণ গুণই সর্বাগ্রে উল্লেখযোগ্য। অক্সিজেন দ্বারা ইহা সহজেই জারিত হইয়া ফসফরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। কপার, সিলভার প্রভৃতির লবণের দ্রবণ হইতে ইহা এসকল ধাতু নিষ্কাশন করে।



২১-৯। অর্থো-ফসফরিক অ্যাসিড,  $H_3PO_4$  : ইহাকে সরাসর ফসফরিক অ্যাসিডই বলা হয়। ফসফরাস পেটোঅক্সাইড যুটন্ত জলে দ্রবীভূত করিয়া ফসফরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়, কিন্তু গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ফসফরাস ফুটাইয়া ইহা তৈয়ারী করাই ল্যাবরেটরীর সাধারণ রীতি।



বেশী পরিমাণে সস্তায় ফসফরিক অ্যাসিড তৈয়ারী করিতে হইলে খনিজ ফসফরাইট অথবা অস্থিভস্মচূর্ণ নাতিগাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডসহ লৌহ-নির্মিত কড়াইতে ফুটাইয়া প্রস্তুত করা হয়। এই বিক্রিয়াতে যে ক্যালসিয়াম সালফেট উৎপন্ন হয়, তাহা অদ্রবণীয়। উহা ছাকিয়া পৃথক করিলেই ফসফরিক অ্যাসিডের দ্রবণ পাওয়া যায়। তাপ-সাহায্যে ইহাকে গাঢ় করিয়া ফসফরিক অ্যাসিডের সিরাপে পরিণত করা হয়।



২১-১০। ফসফরিক অ্যাসিডের ধর্মঃ : বিশুদ্ধ ফসফরিক অ্যাসিড বর্ণহীন স্ফটিকের আকারে পাওয়া যায়। গলনাঙ্ক ৩৯° C। উহা জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়।

উত্তপ্ত করিতে থাকিলে ফসফরিক অ্যাসিডের অণু হইতে ধীরে ধীরে জল দূরীকৃত হইয়া যায় এবং ইহা বিভিন্ন অ্যাসিডে পরিণত হইতে থাকে। ২১০ সেন্টিগ্রেডে দুইটি-ফসফরিক অ্যাসিড অণু হইতে একটি জলের অণু নিষ্কাশিত হইয়া উহা পাইরো-ফসফরিক অ্যাসিডে পরিবর্তিত হয়। এই ভাবেই পাইরো-ফসফরিক অ্যাসিড প্রস্তুত হয়।



পাইরো-ফসফরিক অ্যাসিড আরও উত্তপ্ত করিলে (৩১৬° C) উহা হইতে আকার একটি জলের অণু বাহির হইয়া যায় এবং মেটা-ফসফরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



এই বিক্রিয়াগুলি প্রায়ই উভমুখী অর্থাৎ দলের সহিত মিলিয়া আবার পূর্বের ফসফরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হইয়া থাকে।

ফসফরিক অ্যাসিডের তিনটি হাইড্রোজেন পবমাণুই ধাতুর দ্বারা প্রতিস্থাপন করা সম্ভব। অর্থাৎ, ইহা ত্রিসারীয় অ্যাসিড। অতএব, ইহা হইতে তিন রকমের লবণ পাওয়া যাইতে পারে,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  এবং  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ । একটি মাত্র হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হইলে প্রাইমারী, দুইটি হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হইলে সেকেন্ডারী ও তিনটি হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন দ্বারা টারসিয়ারী ফসফেট পাওয়া যায়।

প্রাইমারী ফসফেট, যেমন,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  সোডিয়াম ডাই হাইড্রোজেন ফসফেট,

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , প্রাইমারী ক্যালসিয়াম ফসফেট।

সেকেন্ডারী ফসফেট, যেমন,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , ডাই সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট,

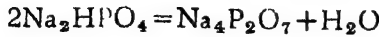
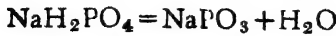
$\text{CaHPO}_4$ , সেকেন্ডারী ক্যালসিয়াম ফসফেট।

টারসিয়ারী ফসফেট, যেমন,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  ট্রাই সোডিয়াম ফসফেট,

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  ক্যালসিয়াম ফসফেট, ইত্যাদি।

বস্তুতঃ, ফসফরিক অ্যাসিডের দ্রবণকে ফিনলথ্যালিনের সাহায্যে তীক্ষ্ণ-কার দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত করিলে উহার দুইটি হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয় এবং সেকেন্ডারী ফসফেট পাওয়া যায়। উহার সহিত প্রয়োজনীয় পরিমাণ কারদ্রবণ মিশ্রিত করিয়া টারসিয়ারী লবণ প্রস্তুত করিতে হয়। প্রাইমারী লবণগুলি অম্লজাতীয়, টারসিয়ারী লবণগুলি ক্ষারজাতীয় এবং সেকেন্ডারী লবণগুলি প্রায় প্রশম অবস্থায় থাকে।

প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী ফসফেটগুলি তাপিত করিলে উহার ভাঙিয়া যায় এবং যথাক্রমে মেটা-ফসফেট ও পাইরো-ফসফেটে পরিণত হয়।

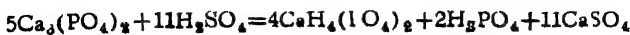


**ফসফরিক অ্যাসিডের পরীক্ষা :** (১) যে কোন ফসফরিক অ্যাসিড বা যে কোন ফসফেট গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও অ্যামোনিয়াম মলিবিডেট দ্রবণ সহ জ্বলন্ত উষ্ণ করিলেই চমৎকার পীত অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।

(২) যে কোন ফসফেট লবণ কার্বনের উপর কোবাল্ট নাইট্রেটসহ ফুংশিতে উত্তপ্ত করিলে উহা গাঢ় নীল পদার্থে পরিণত হয়।

**২১-১১। কৃত্রিম ফসফেট সার :** প্রাণী ও উদ্ভিদ মাংসেরই অস্তিত্ব ও বৃদ্ধির জন্য ফসফরাসের নিত্য প্রয়োজন। উদ্ভিদই ফলমূল, শাকসবজী, বীজ প্রভৃতি দ্বারা সাধারণতঃ প্রাণীজগৎকে এই ফসফরাস পরিবেশন করিয়া থাকে। তবে, মানুষ এবং অন্যান্য মাংসপ্রাণী প্রাণী অবশ্য দুধ, ডিম, মাংস প্রভৃতি প্রাণীজাত দ্রব্য হইতেও ফসফরাস গ্রহণ করে। উদ্ভিদ আবার মাটি হইতেই উহার প্রয়োজনীয় ফসফরাস সংগ্রহ করে। ফসফাইট, অ্যাপেটাইট ইত্যাদি খনিজের কিয়দংশ মাটির সহিত মিশ্রিত থাকে। এই ফসফরাসের পরিমাণের উপর জমির উর্বরতা বিশেষ নির্ভর করে। ফসফরাস না থাকিলে ফসল উৎপাদন সম্ভব নয়। উদ্ভিদ মাটির ফসফেট গ্রহণ করিয়া উহাকে প্রোটিনে পরিণত করে। যে সকল উদ্ভিদ ও প্রাণী জমির ফসফেট এই ভাবে অপসারিত করে, উহার যদি সেই জমিতেই লয় বা কংস পাইত, তাহা হইলে অবশ্য জমির ফসফরাসের তারতম্য ঘটিত না। কিন্তু মানুষ একই জমিতে পুনঃ পুনঃ শস্য, ফলমূল ইত্যাদি উৎপাদন করে ও স্থানান্তরে প্রাণীজগতে তাহা বিস্তারিত করে। ফলে শস্য-উৎপাদনী জমির উর্বরতা ক্রমশঃ হ্রাস পায় থাকে। সুতরাং জমিতে কৃত্রিম ফসফেট সার দেওয়ার প্রয়োজন হয়। অস্থিভঙ্গ, কার্বক-ধাতু মূল, কোন কোন ফসফরাস-খনিজ অবশ্য অনেক সময় সার হিসাবে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু অধিকাংশ ক্ষেত্রে বর্তমানে “সুপার ফসফেট” সার (Superphosphate of lime) ব্যবহার করা হয়। ইহার চাহিদা অত্যন্ত বেশী এবং এই জন্য একটি রাসায়নিক শিল্প গড়িয়া উঠিয়াছে।

সমপরিমাণ ফসফাইট খনিজ চূর্ণ ও সালফিউরিক অ্যাসিড (ঘনত্ব ১.৫) একত্র মিশ্রিত করিলে উহাদের ভিতর বিক্রিয়া হয়। প্রাইমারী ক্যালসিয়াম ফসফেট ও ক্যালসিয়াম সালফেট ও ফসফরিক অ্যাসিডের একটি মিশ্রণ পাওয়া যায়। ক্রিয়াটি নিম্ন হইতে প্রায় ২৪ ঘণ্টার প্রয়োজন হয় এবং বিক্রিয়ার সময় যে তাপ উৎপন্ন হয় তাহাতে মিশ্রণের উষ্ণতা প্রায় ১০০-১০৫ হয়। উৎপন্ন দ্রব্যসমূহ একটি শুষ্ক কঠিন পদার্থরূপে পাওয়া যায়। ইহাকেই সুপার ফসফেট বলে। এই মিশ্রণটিকেই বিচূর্ণ করিয়া সার হিসাবে জমিতে দেওয়া হয়।



২১-১২। **দিয়াশলাই :** বলা বাহুল্য, ফসফরাস মৌল হিসাবে সকলের চেয়ে বেশী ব্যবহৃত হয় দিয়াশলাই গিলে। পূর্বে অবশ্য দিয়াশলাই প্রস্তুতিতে যেত ফসফরাসও ব্যবহৃত হইত। কিন্তু বিবাক্ত বলিয়া উহার ব্যবহার এখন আইনবিরুদ্ধ। আজকাল দুই প্রকার দীপশলাকা প্রস্তুত হয় : (১) সুস্বাদু জাতীয় দীপশলাকা—ইহাতে কাঠির মাথায় ফসফরাস সালফাইড ও লেড ডাই-অক্সাইড  $PbO_2$  কাচের গুঁড়া ও আঠার সহিত মিশ্রিত করিয়া দেওয়া হয়। যে কোন কঠিন জায়গায় ঘসিয়া উচাকে প্রজ্জ্বলিত করা যায়। আমাদের দেশে এরকম দিয়াশলাই-এর প্রচলন বিশেষ নাই। (২) সাধারণের ব্যবহৃত দিয়াশলাইকে ‘সেকটি ম্যাচ’ বা ‘নিবাপদ দীপশলাকা’ বলা যাততে পারে। উহার চলতি নাম, ‘বিলাসী দিয়াশলাই’। ইহাদের আলোতে হইলে বিশেষভাবে প্রস্তুত রাসায়নিক মিশ্রণের সহিত ঘর্ষণ করা প্রয়োজন। ইহাদের কাঠির মাথায় অ্যান্টিমনি ট্রাই সালফাইড ( $Sb_2S_3$ ), লেড ডাই অক্সাইড বা পটাস ক্লোবেট ও সালফার থাকে এবং ঘর্ষণ করার জন্ত বাঙ্গের গায়ে লোহিত ফসফরাস, কাচ চূর্ণ আঠার সাহায্যে মাখান থাকে।

এই সব দীপশলাকাতে  $P_4O_{10}$  বা  $Sb_2S_3$  বিজীবাকর কাজ কবে এবং  $PbO_2$ ,  $KClO_3$  ইত্যাদি ভারবের কার্য সম্পন্ন করে।

২১-১৩। **নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের সাদৃশ্য :** পরীক্ষ সাবর্ণিতে এই দুইটি মৌল একই শ্রেণিতে স্থান পাইয়াছে এবং বস্তুতঃ ইহাদের ভিতর অনেকটা মিল দেখা যায়

(১) দুইটি মৌলিক পদার্থই অধাতব সাধারণ অবস্থায় নাইট্রোজেন গ্যাস এবং ফসফরাস কঠিনাকার। নাইট্রোজেন অননবচী নিষ্ক্রিয় এবং প্রকৃতিতে মোলাবস্থায় পাওয়া যায় কিন্তু ফসফরাস অত্যন্ত সক্রিয় উহা কখনও মৌলরূপে প্রকৃতিতে থাকিতে পাবে না। নাইট্রোজেন অণু দ্বিপরিমাণুক ফসফরাস চতুর্পরিমাণুক।

(২) উভয়েই একাধিক রূপভেদে থাকিতে পারে অর্থাৎ ইহাদের বহুরূপতা আছে। নাইট্রোজেন—সাধারণ ও সক্রিয়। ফসফরাস—শ্বেত ও লোহিত।

(৩) উভয় মৌলই বহুযোজী। উহাদের প্রধান যোজ্যতা তিন ও পাঁচ। অজ্ঞাত যোজ্যতাও দেখা যায় :— $NH_3$ ,  $N_2O_5$ ,  $PCl_5$ ,  $P_2O_5$ ।

(৪) উভয়েই প্রায় একইরূপ বিভিন্ন হাইড্রোজেন-যোগ উৎপন্ন করিতে সমর্থ।

নাইট্রোজেন— $NH_3$ ,  $N_2H_4$ ,  $N_3H$

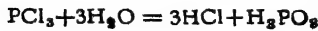
ফসফরাস — $PH_3$ ,  $P_2H_4$ ,  $P_3H_3$

অ্যামোনিয়া ও ফসফিনের মধ্যেও অনেক সাদৃশ্য বর্তমান এবং এই দুইটি হাইড্রোজেন যোগই কার্যকরী।

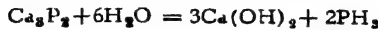
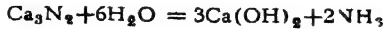
(৫) দুইটি মৌলেরই একাধিক অক্সাইড ও অক্সি-অ্যাসিড আছে। অক্সাইডসমূহের দুই-একটি প্রশম বটে, কিন্তু আর সবই অম্লজাতীয়, উহাদের ভিতরেও অনেকটা মিল দেখা যায়।

	নাইট্রোজেন	ফসফরাস
অক্সাইড,	$N_2O$ $NO$ $N_2O_3$	$P_2O_3$ $P_2O_4$
	$NO_2$ $N_2O_5$	$P_2O_5$
অ্যাসিড,	$HNO_2$ , $HNO_3$	$H_3PO_2$ $H_3PO_3$ $H_3PO_4$
		$HPO_3$

(৬) উভয়েরই ক্লোরাইড অস্থায়ী ধরণের এবং খুব সহজেই আত্র বিস্ফোষিত হইয়া থাকে :—



(৭) ক্যালসিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি ধাতুর সহিত উহার যুক্ত হইয়া যে সকল যৌগ উৎপন্ন হইতে দেখিলেও আর্সেনিকবিষাক্ত হইয়া থাকে এবং অ্যামোনিয়া বা বসন্ধিন উৎপাদিত হয় :—



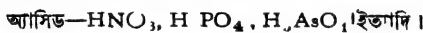
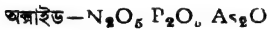
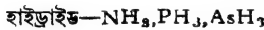
## আর্সেনিক

কৈত  $\text{As}_4$  ।

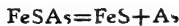
পারমাণবিক স্তক, ৭৪.৯ ।

ক্রমাঙ্ক, ৩৩ ।

আর্সেনিক মৌলটির ধর্ম ও অনেকটা নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের অনুরূপ। তবে আর্সেনিকে সমস্ত ধাতব গুণ বর্তমান সেইজন্য আর্সেনিকে ধাতু বলি বলা হয়। আর্সেনিকও বহুরূপী মৌল,—পীত কালো এবং ধূসর—তিনরকম প্রকারভেদ আছে। আর্সেনিকও বহুযোজী—প্রধান যোজ্যতা তিন এবং পাঁচ। উহার নানাবিধ যৌগের সঙ্কেত ও ধর্মের বিচারেও আর্সেনিক নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের একপরিবারীয়। যথা :—



আর্সেনিক যৌগাবস্থায় পৃথিবীতে পাওয়া যায়। আর্সেনিক পাইরাইটস  $\text{FeAsS}$ , বিষালগার বোমছাল),  $\text{As}_2\text{S}_3$ , অর্পিমেন্ট (হরিতাল)  $\text{As}_2\text{S}_5$ , ইহাব প্রধান আকবিক। পাইরাইটস গুণ্ড করিলে উৎপাদিত অবস্থায় আর্সেনিক মৌল পাওয়া যায়।



নাধারণ উষ্ণতায় উহা বর্ণনাব্যব অবস্থায় থাকে এবং উহা একটা ধাতব দ্রুতি আছে। আর্সেনিক এবং উহার অধিকাংশ যৌগেরই শরীরে উপর তীব্র বিষক্রিয়া আছে। কোন কোন আর্সেনিক যৌগ নানা কাজে ব্যবহৃত হয়। আর্সেনিক অক্সাইড হইতে নানারূপ রঙ প্রস্তুত হয়। সোডিয়াম আর্সেনাইট রক্তবর্ণন ব্যবহৃত হয়। ক্ষেতের আগাচা বিনষ্ট করিবার জন্ত এবং কীটবিনাশক হিসাবে আর্সেনিক নেট যৌগের ব্যবহার আছে।



## দ্বাবিংশ অধ্যায়

### সালফার

[ গন্ধক ]

সংস্কৃত, S ।

পারমাণবিক গুরুত্ব, ৩২.০৬ ।

ক্রমাঙ্ক, ১৬ ।

আমাদের দেশে সালফার ‘গন্ধক’ নামেই পরিচিত এবং ইহার ব্যবহারও বহু প্রাচীন । হিন্দুসভ্যতার যুগেও ভারতে চিকিৎসাশাস্ত্রে এবং অন্ত্যস্ত শিল্পে গন্ধকের ব্যবহার হইত ।

প্রকৃতিতে মৌলবস্তুতেই সালফার পাওয়া যায় । বিশেষতঃ আগ্নেয়গিরি অঞ্চলে ইহা প্রচুর দেখা যায় । সিসিলি ও জাপানে যথেষ্ট সালফার আছে, কিন্তু সালফারের সর্বাপেক্ষা বড় খনি আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্রে এবং পৃথিবীর প্রয়োজনীয় সালফারের প্রায়  $\frac{3}{4}$  অংশ আমেরিকা হইতে আসে ।

বিভিন্ন সালফাইড ও সালফেট রূপেও যথেষ্ট সালফার প্রকৃতিতে পাওয়া যায় । যথা :—

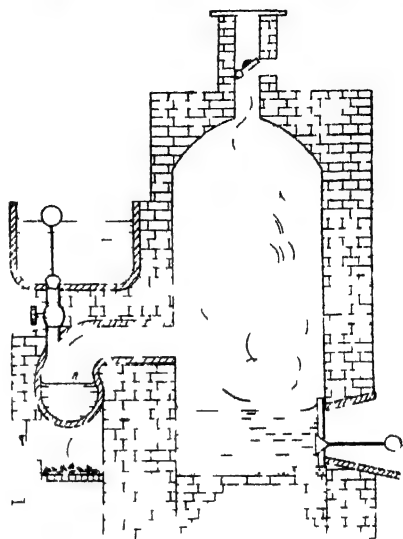
- (১) আয়রন পাইরাইটস,  $\text{FeS}_2$  ।
- (২) কপার পাইরাইটস,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{Fe}_2\text{S}_3$  ।
- (৩) গেলেনা,  $\text{PbS}$  । (৪) জিপসাম,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ।
- (৫) কাইসেরাইট,  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ।

অনেক জৈব-প্রোটিনেও সালফার বিদ্যমান । ভারতবর্ষে খনিজ সালফার-যোগ আছে বটে, কিন্তু মৌল-অবস্থায় সালফার পাওয়াই যায় না । বেলুচিস্তানে সামান্য সালফার আছে । ‘সুবা’ ভারতকে বিদেশ হইতে সালফার আমদানী করিতে হয় ।

২২-১। সালফার উৎপাদনঃ মৌলবস্তুতেই প্রকৃতিতে সালফার পাওয়া যায় । উহাকে বিশুদ্ধ করিয়া লইতে হয় । প্রধানতঃ, সিসিলি ও আমেরিকা—এই দুই অঞ্চলে সালফার পাওয়া যায় । এই দুই অঞ্চলের উৎপাদন পদ্ধতির মধ্যে একটু পার্থক্য আছে ।

(১) সিসিলীয় পদ্ধতিঃ সিসিলি দ্বীপে যে সালফার পাওয়া যায় উহাতে চূনাপাথর, জিপসাম, মাটি প্রভৃতি মিশ্রিত থাকে এবং সালফারের পরিমাণ শতকরা ২০-২৫ ভাগ মাত্র । সালফার-মিশ্রিত পাথরসমূহ একাও ইটের চুল্লীতে গুলীকৃত করিয়া উহার উপরের অংশে আশুন ধরাইয়া দেওয়া হয় । এই চুল্লীগুলি পাহাড়ের গায়ে তৈয়ারী করা হয় এবং উহার তলের

মেঝে একদিকে ঢালু থাকে। প্রায় এক-তৃতীয়াংশ সালফার পুড়িয়া সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস হইয়া চলিয়া যায়, কিন্তু এই উত্তাপে বাকী সালফার গলিয়া যায় এবং ঢালু মেঝে দিয়া গড়াইয়া আসিয়া নিম্নস্থ একটি চৌবাচ্চায় জমা হয়। পোড়ানর ফলে যথেষ্ট সালফার অপচয় হয় বটে, কিন্তু কয়লা ও জ্বালানী-কাঠ ইতালীতে এত মহার্ঘ যে ইহা ছাড়া আব উপায় নাই। উক্ত উপায়ে যে সালফার পাওয়া যায় উহাত শতকরা ৫-৭ ভাগ মাটি ও অন্ত্যাত্ম অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে। পাতন দ্বারা ইহাকে বিশুদ্ধ করা প্রয়োজন, কিন্তু ইন্ধন-ব্যয়েব আর্থিক্য হেতু

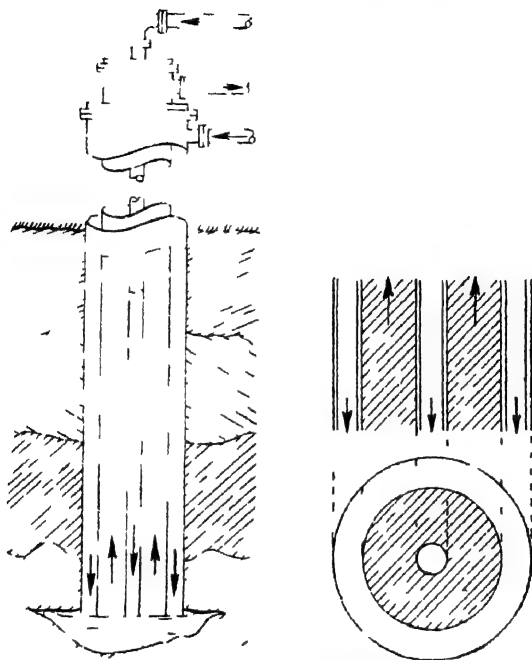


চিত্র ২২৬—মিসিলীয় সালফার

ইতালীতে তাহা কবা সম্ভবপব নয় ফরাসীর মার্সাই (Marseilles) বন্দরে উক্ত সালফার চালান দেওয়া হয়। সেখানে উহা বড় বড় লোহার কড়াইতে গলান হয়। গলিত গন্ধক অতঃপর একটি লোহার বকযন্ত্রে চুল্লীৰ উপর উত্তপ্ত কবা হয়। বা ষড়ত হইয়া বকযন্ত্র হইতে একটি বিরাট ইষ্টক-প্রকোষ্ঠেব দেওয়ালে প্রথমে সালফার কঠিনাকারে জমে। পরে উষ্ণতা বাড়িয়া গেলে এহ সমস্ত পাত্তিও বিশুদ্ধ সালফার গলিয়া তবলাকাবে প্রকোষ্ঠের নীচে সঞ্চিত হয়। একটি নির্গমদ্বার দিয়া উহাকে বাহির করিয়া লইয়া ছোট ছোট বেলনেব আকাবে ঢালাই করিয়া লওয়া হয়। (চিত্র ২২৬)।

(২) আমেরিকান পদ্ধতিঃ আমেরিকায় সালফার ভূপৃষ্ঠ হইতে কয়েকশত ফিট নীচে পাওয়া যায়। ইহাকে তুলিবার জন্য একটি বিশেষ ব্যবস্থা করা হয়। বিভিন্ন ব্যাসের তিনটি এককেন্দ্রীয় নল মাটির নীচে সালফার খনিতে প্রবেশ করাইয়া দেওয়া হয় (চিত্র ২২৭)। বহিঃস্থ নলটি দিয়া প্রায় ১০ অ্যাটমস্ফিয়ার চাপে অতিতপ্ত জল ১৮০ সেন্টিগ্রেডে পাম্পের সাহায্যে

প্রবেশ করান হয়। মধ্যস্থলে যে নলটি থাকে তাহার ভিতর দিয়া অত্যন্ত বেশী চাপে বাতাস ঢুকাইয়া দেওয়া হয়। উত্তপ্ত জলের সংস্পর্শে আসিয়া



চিত্র ২০৭—ফ্রাশ প্রণালী

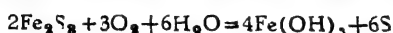
সালফার গলিয়া যায়। গলিত সালফারবেব ভিতর দিয়া অতিবিক্ত চাপে বাতাস যখন বুদ্ধদেব আকাবে পরিচালিত কবা হয়, তখন সালফার ফেনাযিত হইয়া উঠে। মধ্যবর্তী তৃতীয় নলটি দিয়া এই সালফার-ফেনা উপবে উঠিয়া আসে। বড় বড় কাঠের চৌবাচ্চায় উহাদেব শীতল কবা হয়। এইভাবে সালফার সংগৃহীত করা হয়। ইহার বিস্তৃতা শতকবা প্রায় ৯৯ ভাগ। এই পদ্ধতিটিকে ‘ফ্রাশ-প্রণালী’ (Frasch Process) বলা হয়।

(৩) অনেক রাসায়নিক শিল্পে সালফারের যোগ উপজাত দ্রব্য হিসাবে পাওয়া যায়। এই সকল দ্রব্য হইতেও কোন কোন ক্ষেত্রে সালফার প্রস্তুত করা হয়।

কয়লার অন্তর্ভুক্তমণ্ডনের ফলে যে গ্যাস পাওয়া যায় তাহাকে কোল-গ্যাস বলে। অনেক সময় ইহার সহিত হাইড্রোজেন সালফাইড মিশ্রিত থাকে। আর্দ্র ফেরিক অক্সাইডের উপর দিয়া কোল-গ্যাস পরিচালিত করিলে উহা হাইড্রোজেন সালফাইড শোষণ করিয়া লইয়া আয়রন সালফাইডে পরিণত হয়।



ফেরিক সালফাইড বাতাসের সংস্পর্শে থাকিয়া পুনরায় পূর্বতন ফেরিক অক্সাইডে পরিণত হয় ও সালফার উৎপন্ন হয়। ইহা হইতে সালফার সংগ্রহ করা যাইতে পারে :



২২-২। সালফারের বহুরূপতা : সালফার মৌলটির বিভিন্ন রূপভেদ দেখা যায়। রাসায়নিক ধর্মের পার্থক্য বিশেষ না থাকিলেও উহাদের ভিতর অবস্থাগত ধর্মের যথেষ্ট বিভেদ আছে। নিম্নলিখিত রূপভেদগুলিই বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

(১) নিয়তাকার সালফার—(ক)  $\alpha$ -সালফার বা অষ্টপলা গন্ধক।

(খ)  $\beta$ -সালফার বা প্রিজম-সালফার।

(২) অনিয়তাকার সালফার—(ক) নমনীয় (Plastic) সালফার।

(খ) শ্বেত সালফার।

(গ) কলয়েড সালফার।

• (৩) তরল সালফার -- (ক)  $\alpha$ -সালফার।

(খ)  $\beta$ -সালফার।

$\alpha$ -সালফার : সাধারণ অবস্থায় যে পীতাত গন্ধক পাওয়া যায় উহাই  $\alpha$ -সালফার। ইহা নিয়তাকার এবং উহার ফটিকে আটটি পৃষ্ঠ-তল আছে। ইহাকে অবশ্য রম্বিক (Rhombic) বা অষ্ট-পলা সালফারও বলা হয়। সালফারের অত্যন্ত রূপভেদসমূহও সাধারণ অবস্থায় রাখিয়া দিলে উহা  $\alpha$ -সালফারে পরিণত হইয়া যায়। ইহা কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবীভূত হয়। ইহার ঘনত্ব ২.০৬। অত্যন্ত তাড়াতাড়ি উত্তপ্ত করিলে ইহা ১১২°C সেন্টিগ্রেডে গলিয়া যায়। কিন্তু ধীরে ধীরে উত্তাপ দিলে  $\alpha$ -সালফার ৯৫.৫ ডিগ্রীতে  $\beta$ -সালফারে পরিণত হইতে থাকে।

$\beta$ -সালফার : ইহাও নিয়তাকার গন্ধক।  $\alpha$ -সালফার ৯৫.৫ ডিগ্রীর চেয়ে অল্প বেশী উষ্ণতায় রাখিয়া দিলে উহা  $\beta$ -সালফারে পরিণত হইয়া যায়।

সাধারণতঃ বিচূর্ণ  $\alpha$ -সালফার একটি খর্পরে লইয়া গলান হয়। ইহা  $১১২.৫$  ডিগ্রীতে গলিয়া একটি হলুদ তরল পদার্থ হয়। এই গলিত গন্ধক আস্তে আস্তে শীতল করিলে প্রথমে উহার উপরিভাগে একটি সর পড়ে। এই অবস্থায় উপরে একটি ছিদ্র করিয়া নিম্নস্থ তরল গন্ধকটুকু আস্তে আস্তে ঢালিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়। খর্পরের ভিতরে সূচের মত দীর্ঘাকৃতি স্বচ্ছ হলুদ স্ফটিকের সৃষ্টি হইয়াছে দেখা যাইবে। ইহাই  $\beta$  সালফার (ঘনত্ব  $১.৯৬$ )।

$\alpha$ -সালফারের উষ্ণতা  $৯৫.৫^\circ$  ডিগ্রীর অধিক হইলেই উহা  $\beta$ -সালফারে পরিণত হয়, আবার  $\beta$ -সালফার এই উষ্ণতাব নীচে আসিলেই  $\alpha$ -সালফারে রূপান্তরিত হইয়া যায়। অর্থাৎ, এই রূপান্তর উভমুখী। অবশ্য  $৯৫.৫^\circ$  ডিগ্রী এই নির্দিষ্ট উষ্ণতায়  $\alpha$  এবং  $\beta$ -উভয় সালফারের অস্তিত্বই সম্ভব। যে উষ্ণতায় এইরূপ উভমুখী রূপান্তর সংঘটিত হয় এবং যে উষ্ণতাব উপরে রূপভেদ-দ্বয়ের একটি এবং নিম্নে অপরটি স্থায়ী হয়, সেই উষ্ণতাকে পরিবর্তন (transition temp) বলা হয়। সালফারের পরিবর্তন  $৯৫.৫$ ।  $S\alpha \rightleftharpoons S\beta$ ।

$\beta$ -সালফার  $১১২.৫$  ডিগ্রীতে গলিয়া তরল হইয়া যায়। অতএব ইহার অস্তিত্ব সীমাবদ্ধ— $৯৫.৫$  হইতে  $১১২.৫$  এই দুইটি উষ্ণতার মধ্যেই  $\beta$ -সালফার পাওয়া যাইতে পারে।  $\beta$ -সালফারও কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবণীয়।

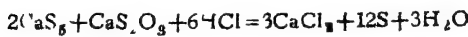
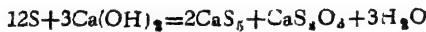
**নমনীয় সালফার (Plastic Sulphur) :** সালফারের উপর উত্তাপের ক্রিয়া বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। সাধারণ  $\alpha$ -সালফার লইয়া উত্তপ্ত করিতে থাকিলে  $৯৫.৫^\circ$  ডিগ্রী উষ্ণতায় উহা  $\beta$ -সালফারে পরিবর্তিত হয়। উষ্ণতা বৃদ্ধি করিয়া  $১১২.৫$  ডিগ্রীতে উহা গলিয়া ঝষং হলুদ তরল সালফাবে পরিণতি লাভ করে। আরও উষ্ণতা বৃদ্ধি করিলে উহা বরং গাঢ় হইতে থাকে। উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে তরল সালফারের সান্দ্রতাও বাড়িতে থাকে এবং  $১৮০$  ডিগ্রীতে একটি গাঢ় কমলা রংয়ের অত্যন্ত সান্দ্র পদার্থ পাওয়া যায়।  $২৩০^\circ$  ডিগ্রীতে এই সান্দ্র পদার্থটি গাঢ়তর হইয়া প্রায় কৃষ্ণবর্ণ ধারণ করে। এই অবস্থায় ইহার সান্দ্রতা এত বেশী থাকে যে পাত্রটি উপুড় করিয়া দিলেও সালফার সহজে গড়াইয়া পড়ে না। আরও অধিক উষ্ণতায় উহার রংয়ের বিশেষ পরিবর্তন হয় না, কিন্তু উহার সান্দ্রতা কমিয়া সচলতা (mobility) বাড়িয়া যায় এবং পরিশেষে উষ্ণতা  $৪৪৪$  ডিগ্রীতে পৌছাইলে উহা ফুটিতে থাকে এবং লাল রংয়ের সালফার বাষ্প উৎপন্ন করে। অর্থাৎ ইহার ফুটনাঙ্ক  $৪৪৪^\circ$  সেন্টিগ্রেড।

ফুটন্ত সালফারকে আবার আন্তে আন্তে শীতল করিতে থাকিলে বিপরীত দিকে এই পরিবর্তনগুলি সম্পন্ন হয়। তরল অবস্থায় উহার ভিতর দুই প্রকারের সালফার অণু থাকে  $S_8$  এবং  $S_6$ । উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে উহাদের অনুপাত পরিবর্তিত হয় বলিয়াই তরল সালফারের বিভিন্ন সান্দ্রতা ও রংয়ের বিকাশ দেখা যায়।

ফুটন্ত সালফার বা  $২০০^{\circ}$  ডিগ্রীর অধিক উত্তপ্ত তরল সালফারকে যদি হঠাৎ ঠাণ্ডা জলে ঢালিয়া দেওয়া যায় তাহা হইলে রবারের মত নমনীয় একটি সালফারের রূপভেদ পাওয়া যায়। ইহাকে নমনীয় গন্ধক বা প্লাস্টিক-সালফার বলা হয়। কেহ কেহ ইহার নামকরণ করেন,  $\gamma$ -সালফার। ইহাকে টানিয়া সহজেই লম্বা করা যায়। সাধারণ উষ্ণতায় রাখিয়া দিলে ইহা ধীরে ধীরে  $\alpha$ -সালফারে পরিণত হয়। ইহা কার্বন ডাই-সালফাইডে অদ্রবণীয়।

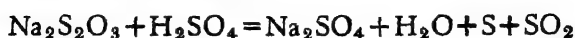
**শ্বেত-সালফার :** ফুটন্ত সালফার হইতে যে বাষ্প উৎপন্ন হয়, উহা শীতল গ্রাহকের গায়েব সংস্পর্শে আসিয়া ছোট ছোট গুচ্ছ বা স্তবকে জড় হয়। ফুলের মত এই ঘনীভূত সালফারকে ‘গন্ধক স্তবক’ বা ‘গন্ধকরঞ্জ’ (flowers of sulphur) বলে। এই স্তবকসমূহ কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবীভূত করিতে গেলে উহার একটি অংশ অদ্রবণীয় থাকিয়া যায়। তাহার রং প্রায় সাদা এবং উহা অনিয়তাকাব। ইহাকেই শ্বেত সালফার বলে।

আর এক প্রকার অনিয়তাকার শ্বেত-সালফারও তৈয়াবী করা যায়। উহাকে ‘শিথ অব সালফার’ নাম দেওয়া হইয়াছে। কলিচুন ও সালফার চূর্ণ জলের সহিত একত্র ফুটাইয়া লইলে একটি লাল রংয়ের দ্রবণ উৎপন্ন হয়। ইহাতে ক্যালসিয়াম পলিসালফাইড ও থায়োসালফেট থাকে। এই দ্রবণটি অপরিবর্তিত চুন ও সালফার হইতে ছাঁকিয়া লইয়া উহাতে অ্যাসিড দিলে সালফার উৎপন্ন হয়। ইহাও দেখিতে সাদা, কিন্তু কার্বন ডাই-সালফাইডে দ্রবণীয়। ইহাই ‘শিথ অব সালফার’।



**কলয়েড সালফার :**  $\alpha$ -সালফার কোহলে প্রথমে দ্রবীভূত করিয়া সেই দ্রবণটি যদি অতিরিক্ত পরিমাণ ঠাণ্ডা জলে ঢালিয়া দেওয়া হয় তবে উহাতে সালফার খুব সূক্ষ্ম কণিকার আকারে বাহির হইয়া আসে। জল দ্রবের মত ঘোলাটে সাদা রং ধারণ করে। এই সালফার যদিও জলে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে না তবুও অধঃক্ষিপ্ত হইয়া নীচে আসিয়া জমে না। কণাগুলি এত ছোট যে উহারা জলেই প্রলম্বিত অবস্থায় থাকে এবং ফিলটার কাগজের সাহায্যেও

উহাদের ছাঁকিয়া লওয়া সম্ভব নয়। ইহাকে কলয়েড সালফার বলে (পৃ ৩২৯)। সোডিয়াম থায়োসালফেটের লঘু দ্রবণকেও কোন অ্যাসিড দ্বারা অক্লীকৃত করিলে কলয়েড সালফার উৎপন্ন হয়।

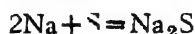
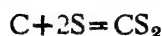
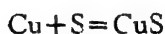
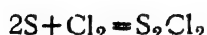


২২-৩। সালফারের ধর্ম: (১) সালফার মৌলটি অ-ধাতু, ইহা তাপ অথবা বিদ্যুৎ-পরিবাহী নয়। ইহা জলে অদ্রবণীয়, কিন্তু অনেক জৈবদ্রব্যকে (CS<sub>2</sub> কোহল ইত্যাদি) ইহা বেশ দ্রবীভূত হয়। বহুরূপতাই এই মৌলটির প্রধান বিশেষত্ব। নিম্নতাপাব, অনিয়তাকার অথবা তরল, সব অবস্থাতেই ইহার একাধিক রূপভেদ দেখা যায়। পূর্বেই দেখান হইয়াছে ৯৫.৫ ডিগ্রীর অধিক উষ্ণতায় α-সালফার স্থায়ী হয়, কম উষ্ণতায় আবাব α-সালফার স্থায়ী হয়। এই দুই সালফারকে “বহুবৃত্তি মৌল” (enantiotropic substance) বলা হয়।

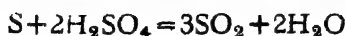
যে সকল পদার্থ বিভিন্ন অবস্থায় ভিন্ন ভিন্ন রূপভেদে থাকে তাহাবাই বহুবৃত্তি-পদার্থ। আবার অনেক পদার্থের বিভিন্ন রূপভেদ থাকিলেও একটি মাত্র রূপভেদ স্থায়ী হয়। অপর রূপভেদসমূহ অস্থায়ী ধবণের এবং • সব রূপভেদ সকল অবস্থাতেই স্থায়ী প্রকারে রূপান্তরিত হইতে থাকে। এই রকম পদার্থকে ‘একবৃত্তি পদার্থ’ (monotropic substance) বলে। যেমন, ফসফরাস।

(২) সালফার বাতাসে বা অক্সিজেনে নীলশিখাসহ পুড়িয়া থাকে। ইহাতে সালফার ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।  $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$

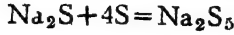
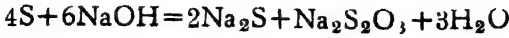
(৩) অনেক মৌলের সহিত উহা উত্তপ্ত অবস্থায় সংযুক্ত হইয়া সালফাইড উৎপন্ন করে।



(৪) লঘু অ্যাসিড দ্রবণে সালফার আক্রান্ত হয় না বটে, কিন্তু গাঢ় অক্সি-অ্যাসিডের সহিত সালফার ফুটাইয়া লইলে উহা জারিত হইয়া যায় :



(৫) ক্ষারক দ্রবণেব সহিত সালফার-চূর্ণ ফুটাইলে খাতব সালফাইড ও থায়োসালফেট উৎপন্ন হয়। সালফারের পবিমাণ বেশী থাকিলে পলিসালফাইডও হইয়া থাকে।



চূনের সহিতও এইরূপ বিক্রিয়া সম্পন্ন হয়।

**সালফারের ব্যবহার :** এই অখাতব মৌলটির ব্যবহার অত্যন্ত বেশী। ইহার প্রধান উপযোগিতা সালফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে। রবার প্রস্তুতিতেও ইহা যথেষ্ট ব্যবহৃত হয়। চিকিৎসকগণ মলম ও বিভিন্ন ঔষধ-প্রস্তুতিতে সালফার ব্যবহৃত করেন। বাগ্গদের জন্যও ইহার প্রচুর প্রয়োজন। ইহা ছাড়া, প্রয়োজনীয় বহু সালফার-বাগ প্রস্তুত করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়, যেমন,

(১) কার্বন ডাই-সালফাইড (জৈবদ্রাবক), (২) সালফাইড রঞ্জক, (৩) ফসফরাস সালফাইড (দীপশলাকার জন্য), (৪) সোডিয়াম থায়োসালফেট (ফটোগ্রাফীর জন্য) (৫) ক্যালসিয়াম বাইসালফাইড (বিরঞ্জক) ইত্যাদি।

কীট বিনাশক হিসাবেও শস্তক্ষেত্রে কখন কখন সালফার ব্যবহৃত হয়।

**কলয়েড ( Colloid ) :** দ্রবণ বলিতে আমরা দ্রাব এবং দ্রাবকের সমসত্ত্ব মিশ্রণ বুঝি। বাস্তবিক পক্ষে দ্রবণীয় পদার্থের সহিত দ্রাবকের কোন বাসায়নিক সংযোগ ঘটে না। কিন্তু একত্র হইলে দ্রাব পদার্থ ভাঙিয়া ক্ষুদ্রতর হইতে থাকে এবং ওতঃপ্রোতভাবে দ্রাবকেব সহিত মিশিয়া যায়। এই মিশ্রণটি এত স্থিতিবিধ যে বাহ্যতঃ দ্রাব এবং দ্রাবকের প্রভেদ বুঝা যায় না। বস্তুতঃ দ্রাব পদার্থটি ভাঙিয়া উহাব অণুতে পরিণত হয় এবং এই অদৃশ্য অণুগুলি সমানভাবে সমস্ত পরিমাণ দ্রাবকেব সহিত মিশিয়া যায়। অণুর ব্যাসের পরিমাণ  $10^{-5}$  সেন্টিমিটার বা অল্পরূপ মাত্র। অতএব কোন পদার্থ যখন দ্রবীভূত হয় তখন উহাব কণাগুলিব ব্যাস  $10^{-5}$  সেন্টিমিটার বা তদল্পরূপ মাত্রার হইয়া থাকে। অর্থাৎ চিনি, লবণ প্রভৃতি যখন জলে দ্রবীভূত হয়, উহাদের যে সূক্ষ্ম কণা জলের সহিত মিশিয়া থাকে তাহাদের ব্যাসের পবিমাণ মোটামুটি  $1 \times 10^{-5}$ ,  $2 \times 10^{-5}$ ,  $5 \times 10^{-5}$  ইত্যাদি এইরূপ হইয়া থাকে। অতএব, যদি কোন পদার্থ কোন দ্রাবকের সহিত মিশ্রণের ফলে ভাঙিয়া  $10^{-5}$  সেন্টিমিটার ব্যাসেব কণায় অর্থাৎ অণুতে পবিণত হয় তাহা হইলে উহা দ্রবীভূত হইয়াছে বলিতে হইবে।

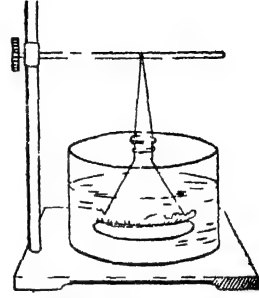


পক্ষান্তরে, কোন অদ্রবণীয় পদার্থ কোন দ্রাবকের সহিত মিশ্রিত করিলে সাধারণতঃ উহা থিতাইয়া পাত্রে নীচে সঞ্চিত হয়। কিন্তু অদ্রাব্য পদার্থটি যদি খুব ছোট ছোট কণাব আকারে থাকে যাহাদের ব্যাস  $10^{-8}$  সেন্টিমিটারের চেয়ে কম তবে উহা থিতাইয়া যাইতে পারে না। অদ্রাব্য পদার্থের সূক্ষ্মকণাগুলি দ্রাবকে বিভিন্ন ভাবে ইতস্ততঃ ঘুরিয়া বেড়ায় এবং প্রলম্বিত অবস্থায় থাকে। কণাগুলি এত সূক্ষ্ম যে চোখে বা সাধারণ অণুবীক্ষণে উহাদিগকে দেখা যায় না। মনে হয় পদার্থটি দ্রবীভূত হইয়াছে। কিন্তু আলট্রা-মাইক্রোস্কোপ নামক বিশেষ অণুবীক্ষণের সাহায্যে তাহাদেব অস্তিত্ব এবং সঞ্চরণ-শীলতা সহজেই ধরা যায়। অথচ এই কণাগুলি অণুও নয় এবং উহাদের আকারও  $10^{-5}$  সেন্টিমিটার ব্যাসের নয় যে মিশ্রণটিকে দ্রবণ মনে করা যাইতে পারে। কোন দ্রাবকে যখন অপর কোন পদার্থের সূক্ষ্মকণা এইরূপ প্রলম্বিত অবস্থায় থাকে অথচ দ্রবীভূত হয় না, তখন এইরূপ পদার্থ দুইটির অসমসদৃশ মিশ্রণকে কলয়েড বা সল (Sol) বলা হয়। এই কণাগুলির ব্যাসের পরিমাণ মোটামুটি  $10^{-5} - 10^{-9}$  সেন্টিমিটার হইয়া থাকে। সুতরাং, প্রত্যেকটি কণাতে  $10^5$  হইতে  $10^{10}$  অণু থাকিবার সম্ভাবনা। যে কোন পদার্থ এইরূপ আকার প্রাপ্ত হইয়া কোন মাধ্যমে ভাসমান থাকিলেই উহার সল পাওয়া যাইবে। নদীর ঘোলা জলে যে ভাসমান কাদামাটি থাকে বা বাতাসে ভাসমান সূক্ষ্ম ধূলিকণা বস্তুতঃ উহাদের কলয়েড অবস্থা। গোল্ড, সিলভার, সালফার, ফেরিক হাইড্রক্সাইড প্রভৃতি জলে এই অবস্থায় লইয়া উহাদের কলয়েড তৈয়ারী করা যাইতে পারে। অবশ্য এরূপ সূক্ষ্মকণায় আনিতে কোন সময় কৃত্রিম ভৌত উপায়, আবার অনেক সময় রাসায়নিক পদ্ধতি অবলম্বিত হয়। ত্রলের নীচে দুইটি সরা সোনার তারের ভিতর বিদ্যুৎ সঞ্চার করিয়া গোল্ড সল পাওয়া যায়। এখানে শুধু অবস্থাগত পরিবর্তনের সাহায্যে কলয়েড প্রস্তুত হইল। আবার ক্রুটস্ক জলের উপর ফোঁটা ফোঁটা ফেরিক ক্লোরাইড দিলে উহা হইতে রাসায়নিক পরিবর্তনে যে ফেরিক হাইড্রক্সাইড পাওয়া যায় তাহা কলয়েড অবস্থায় থাকে।\*

একটি তরল পদার্থ যদি অপর একটি তরল দ্রাবকে অন্তরূপ সূক্ষ্মাবস্থায় থাকে অথচ দ্রব হয় না তখন উহাও একটি কলয়েড। ইহার একটি বিশেষ নাম আছে, ইমালসন বা অবদ্রব। দুইধর ভিতর স্নেহজাতীয় বস্তু এইরূপ সূক্ষ্মাবস্থায় জলের সহিত মিশিয়া থাকে। সুতরাং দুধ একটি ইমালসন।

কলয়েড বা সলগুলির আর একটি বিশেষত্ব এখানে উল্লেখযোগ্য। সাধারণ দ্রবণ ফিণ্টার কাগজ বা অগ্নাগ্ন সব রকম ফিণ্টার বা ছাঁকনীর ভিতর দিয়ে অতিক্রম করিতে পারে। কিন্তু সল সাধারণ ফিণ্টার কাগজের ভিতর দিয়ে দ্রবণেব মত সহজেই অতিক্রম করে বটে, কিন্তু অগ্নাগ্ন কতগুলি ফিণ্টার যেমন, পার্চমেন্ট কাগজ ইত্যাদির ভিতর দিয়ে

যাইতে পারে না। একটি পার্চমেন্ট কাগজেব খলিতে যদি কোন কলয়েড এবং দ্রবণ একত্র মিশ্রিত করিয়া লইয়া জলেব ভিতব ঝুলাইয়া রাখা হয় তাহা হইলে দ্রবীভূত পদার্থটি পার্চমেন্ট কাগজের ভিতব দিয়া বাহির হইয়া যাইবে, কিন্তু সল বাহির হইবে না। পার্চমেন্ট কাগজের পবিবর্তে আরও নানাকপ ফিণ্টার, যেমন কলডিয়ন, ব্যবহাব



চিত্র ২২গ—ঝিল্লী-বিপ্লেশণ

করা যাইতে পারে। এই ফিণ্টারগুলিকে বিপ্লেশক-ঝিল্লী বলা হয়। দ্রবণ হইতে এহভাবে সল পৃথক করাব নামই ঝিল্লী-বিপ্লেশণ (Dialysis)।

জিলাটিন, আগর-আগব (চাখনা ঘাস), সান্দ্রান্ন প্রভৃতি জলের সহিত ফুটাইলে উহাদের সল তৈয়ারী হয়। কিন্তু ঠাণ্ডা হইলে এই সকল সল জমাট বাধিয়া কঠিনাকাব ধাবণ করে। কঠিন হইলেও উহাদের ছুরির সাহায্যে কাটা যায় এবং উহাদের যথেষ্ট নমনীয়তা থাকে। এইরূপ কোন কোন কলয়েডেব ভাসমান কণাগুলি জল বা দ্রাবক শোষণ কবিয়া খেলির মত সান্দ্র পদার্থ বা কঠিন পদার্থ উৎপন্ন করে, এই সকল কলয়েডকে 'জেল' (Gel) বলা হয়। পৃথোক্ত 'সিলিকা জেল' এই শ্রেণীব কলয়েড।

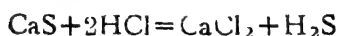
**উদাহরণ :** সিলিসিক অ্যাসিড সল ও জেল : যদি সাধারণ উচ্চতায় সোডিয়াম সিলিকেটের একটি লঘু দ্রবণ অতিরিক্ত পরিমাণ লঘু হাইড্রোক্সিক অ্যাসিডের সহিত মিশ্রিত করা হয় তাহা হইলে উৎপন্ন সিলিসিক অ্যাসিড অধঃক্ষিপ্ত না হইয়া প্রলম্বত অবস্থায় অ্যাসিড দ্রবণেই থাকে। ঝিল্লীবিপ্লেশণের (dialysis) সাহায্যে উহাকে সোডিয়াম ব্লোরাইড ও হাইড্রোক্সিক অ্যাসিড হইতে পৃথক করা যায় বটে, কিন্তু তবুও উহা জল হইতে বিতাইয়া যায় না। ইহাকেই সিলিসিক অ্যাসিড সল বলে। আপাতদৃষ্টিতে উহাকে সিলিসিক অ্যাসিডের দ্রবণ বলিয়াই মনে হয়।

বদি সোডিয়াম সিলিকেট ও হাইড্রোক্সোরিক অ্যাসিড প্রায় ১০০° সেণ্টিগ্রেড উষ্ণতায় মিশ্রিত করা হয় তাহা হইলে উহাকে ঠাণ্ডা করিলে একটি জেলের মত প্রায় বট্টনাকার সিলিসিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। ইহাতে ওজনের শতকরা প্রায় ১৪ ভাগ সিলিকা থাকে। ইহাকে সিলিসিক অ্যাসিড জেল বা সিলিকা গেল বলা হয়। অত্যন্ত জলাকর্ষী বলিয়া ইহা বিভিন্ন গ্যাসের নিকটনে প্রায়ই ব্যবহৃত হয়।

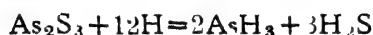
## ২২-৪। হাইড্রোজেন সালফাইড বা সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন, $H_2S$

হাইড্রোজেনের সহিত সালফারের দ্বিযোগিক পদার্থটি গ্যাসীয় এবং ইহাকেই হাইড্রোজেন সালফাইড বা সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন বলে। কোন কোন প্রস্রবণের জল, আগ্নেয়গিরির গ্যাসে, এবং পচনশীল অনেক জৈবপদার্থে এই গ্যাসটি থাকে। পাচা ডিম, মাছ, চামড়া প্রভৃতি বর্জ্যক প্রধানতঃ এই গ্যাসটির জন্যে।

**হাইড্রোজেন সালফাইড প্রস্তুতি :** সচবাচব ধাতব সালফাইডের উপর হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিডের ক্রিয়া দ্বারা হাইড্রোজেন সালফাইড প্রস্তুত করা হয়। যথা :—



কোন কোন ক্ষেত্রে জাযমান হাইড্রোজেন ( $Zn + H_2SO_4$ ) দ্বারা ধাতব সালফাইড হইতে  $H_2S$  উৎপাদন করা হয় :



**২২-৫। ল্যাবরেটরী পদ্ধতি :** ল্যাবরেটরীতে সর্বদাই ফেরাস সালফাইড ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের দ্বারা হাইড্রোজেন সালফাইড প্রস্তুত করা হয়। একটি উলফ বোতলে ফেরাস সালফাইড লওয়া হয়। উহার মুখ দুইটিতে একটি দীর্ঘনাল-ফানেল ও নিগম-নল জুড়িয়া দেওয়া হয়। প্রথমে কিছু জল ভিতবে দেওয়া হয় যাহাতে দীর্ঘনাল-ফানেলের প্রান্তটি জলে নিমজ্জিত থাকে এবং যন্ত্রটির সব জোড়াগুলি নিশ্চিহ্ন কিনা পরীক্ষা করিয়া লইতে হয়। অতঃপর ফানেলের ভিতর দিয়া কিছু লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালা হয়। ফেরাস সালফাইড অ্যাসিডের সংস্পর্শে আসিলেই হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস নির্গম-নল দিয়া বাহির হইতে থাকে। গ্যাসটি বায়ু অপেক্ষা

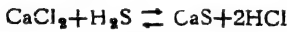
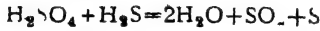
অনেক ভারী, স্বতরাং, বায়ু প্রতিস্থাপিত কবিতা গ্যাসজারে সংগৃহীত করা হয়।



পারদের উপবে এই গ্যাস সঞ্চয় করা যায় না, কারণ ইহা পারদের সহিত বিক্রিয়া করে।

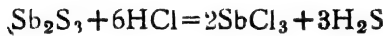
প্রয়োজনানুরূপ এবং অধিক পরিমাণে এই গ্যাস পাইতে হইলে কিপ-বক্সে হাইড্রোজেনের মত ইহা উৎপাদন করা হয়।

ফেরাস সালফাইড হইতে উৎপন্ন গ্যাস বিশুদ্ধ নহে। প্রায়ই উহার সহিত হাইড্রোজেন গ্যাস মিশ্রিত থাকে, কারণ, ফেরাস-সালফাইডে কিছু লৌহ মৌলবস্তুর থাকে। হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাসকে জলীয় বাষ্প হইতে মুক্ত করাও একটু কষ্টসাধ্য। গাঢ়  $\text{H}_2\text{SO}_4$  বা  $\text{CaCl}_2$  ব্যবহার করা যায় না। কারণ, উহাদের সহিত  $\text{H}_2\text{S}$  গ্যাস নিজেই বিক্রিয়া করে :



অনার্জ অ্যালুমিনার ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) সাহায্যে ইহাকে বিশুদ্ধ করা যাইতে পারে।

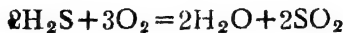
(২) অ্যাপ্টিমিনি সালফাইডের উপর গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া দ্বারা বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন সালফাইড পাওয়া যায় :



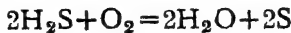
## ২২-৬। হাইড্রোজেন সালফাইডের বর্ণনা :

(১) সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন পচা ডিমের মত দুর্গন্ধযুক্ত একটি বর্ণহীন গ্যাস। ইহা বাতাস অপেক্ষা ভারী এবং জলে কিছু দ্রবণীয়। গ্যাসটির বিষক্রিয়া উল্লেখযোগ্য এবং বহুক্ষণ ধবিয়া শ্বাসপ্রশ্বাসেব সহিত গ্রহণ করিলে মর্বাথক হইতে পারে।

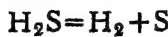
হাইড্রোজেন সালফাইড অপর বস্তুব দহন সমর্থন কবে না বটে, কিন্তু ইহা নিজে দাহ্য। অক্সিজেনে বা বাতাসে উহা একটি নীল শিখা সহকারে জলিতে থাকে এবং জল ও সালফার ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন কবে।—



কিঞ্চ অক্সিজেনেব পরিমাণ কম থাকিলে সালফার পাওয়া যায়।

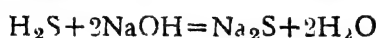
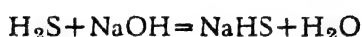
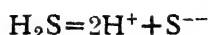


বিদ্যুৎস্রবণে বা অতিরিক্ত উত্তাপে গ্যাসটি উহার মৌলদুইটিতে বিযোজিত হইয়া যায় :

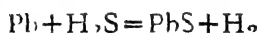


(২) সালফিউরেটেড হাইড্রোজেনের জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাসকে লাল করিয়া দেয়। অর্থাৎ হাইড্রোজেন সালফাইড একটি অম্ল জাতীয় গ্যাস।

বিভিন্ন ক্ষারক পদার্থের সহিত বিক্রিয়া করিয়া লবণ ও জল উৎপন্ন করে। উহার দুইটি হাইড্রোজেনই প্রতিস্থাপন করা যাইতে পারে।

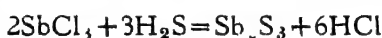


অতএব হাইড্রোজেন সালফাইড দ্বিক্ষাবী-অম। ইহা অধিকাংশ ধাতুকেই আক্রমণ করিয়া উহাদিগকে ধাতব-সালফাইডে পরিণত কবে। সোনা ও প্লাটিনাম অবশ্য আক্রান্ত হয় না।

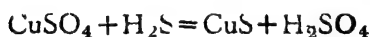


ল্যাবরেটরীতে কপা বা নিবেলের ঘড়ি শায়ই কালো হইয়া যায়। কারণ  $\text{H}_2\text{S}$  ধীরে ধীরে উহাদের সহিত বিক্রিয়া করিয়া উহাদের উপর একটি কালো সালফাইডের আবরণ সৃষ্টি কবে।

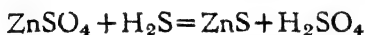
(৩) সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন অনেক ধাতব লবণের জলীয় দ্রবণের সহিত বিক্রিয়া কবে এবং ধাতব সালফাইডসমূহ অধঃক্ষিপ্ত করে। এই সকল সালফাইড অনেক ক্ষেত্রেই অদ্রবণীয় এবং উহাদের অনেকের বিশিষ্ট রং থাকে। এই কারণে উহাদের সহজেই চিনিতে পারা যায়।



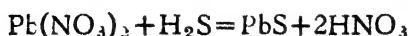
( নারঙ্গ )



( কালো )



( সাদা )

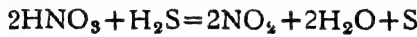
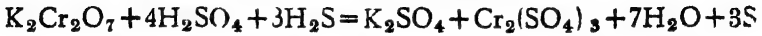
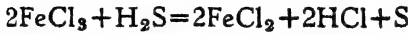
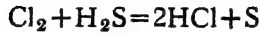
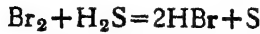


( কালো )

অজৈব লবণের বাসায়নিক বিশ্লেষণে এই বিক্রিয়াসমূহ বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

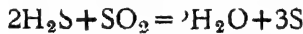
(৪) সালফিউরেটেড হাইড্রোজেনের বিজারণ-ক্রিয়াও বিশেষ উল্লেখযোগ্য। হাইড্রোজেন সালফাইড হইতে সহজে হাইড্রোজেন বিয়োজন সম্ভব বলিয়াই ইহা বিজায়কের কাজ করিতে পারে। হ্যালোজেন, ফেরিক ক্লোরাইড,

পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ও পারম্যাঙ্গানেট ইত্যাদির দ্রবণের ভিতর গ্যাসটি পরিচালিত করিলেই উহারা বিছারিত হইয়া যায় :

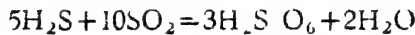


বিজারক  $\text{H}_2\text{S}$  অবশ্য প্রতিক্ষেত্রেই নিজে জারিত হইয়া সালফারে পরিণত হইয়া যায়।

সালফার ডাই অক্সাইড ও সালফিউরেটেড হাইড্রোজেনও পরস্পরের ভিতর ক্রিয়ার ফলে সালফার উৎপাদন করে। ইহাও একটি জারণ-বিজারণ ক্রিয়া।



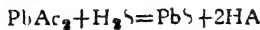
কিন্তু শীতল অবস্থায় (০ সেন্টিগ্রেডে) এই দুইটি গ্যাসেব অসল্য দ্রবণ মিশ্রিত করিলে বিাভিন্ন খাণৌনিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। এই মিশ্রিত দ্রবণকে “ভ্যাকেনবর্ডার দ্রবণ (Wackenroder's solution) বলা হয় :—



[পচা খায়োনিক অ্যাসিড]

## ২২-৭। হাইড্রোজেন সালফাইড ও ধাতব সালফাইডের পরীক্ষা :

(১) হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাসটি উহার দ্রব হইতেই অতি সহজে চেনা যায়। অথবা গ্যাসটিকে সেড অ্যাসিটে দ্রবণ দিল্প একটি কাগজে ব সম্পূর্ণ আনিলেই কাগজটি বাজে হইয়া যায়। ইহা হাইড্রোজেন সালফাইডের একটি নিশ্চিত পরীক্ষা। সেড সালফাইড উৎপন্ন হওয়ার জন্যই কাগজটি কালো হয়।

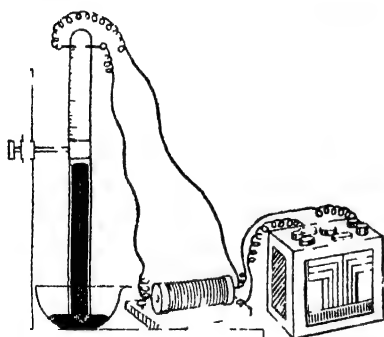


(২) হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাসটি কন্টিকসোডার লব্ধ দ্রবণে শোষণ করিয়া উহাতে একটি সোডিয়াম নাইট্রো প্রসাইড দ্রবণ মিশাইলে স্থল্লর বেগনী রংয়ের সৃষ্টি হয়।

(৩) ধাতব সালফাইড পরীক্ষা করিতে হইলে উহাকে সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করিয়া প্রথমে  $\text{H}_2\text{S}$  উৎপন্ন করা হয় এবং তৎপর এই উৎপন্ন  $\text{H}_2\text{S}$ -এর পরীক্ষা করা হয়।  $\text{ZnS} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$ । বধনও কখনও এই  $\text{H}_2\text{S}$  উৎপন্ন করিতে জারমান-হাইড্রোজেনের প্রয়োজন হয়।

২২-৮। হাইড্রোজেন সালফাইডের সংযুতি ও সংকেত : একটি গ্যাসমান যন্ত্রে পারদের উপর খানিকটা নির্দিষ্ট পরিমাণ বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস লইয়া উহার ভিতর বিদ্যুৎ-স্রবণ করা হয়। ইহাতে গ্যাসটি বিযোজিত হইয়া হাইড্রোজেন ও সালফারে পরিণত হয়। ঠাণ্ডা করিয়া গ্যাসটিকে পূব উষ্ণতায় এবং পূর্বতন চাপে লইয়া আবার উহার আয়তন নির্ধারণ করা হয়। সর্বদাই দেখা যায় বিযোজনের পূর্বে ও পরে গ্যাসের আয়তনের কোন তারতম্য হয় না। এই বিযোজনের ফলে যেটুকু সালফার উৎপন্ন হয় তাহা কঠিন অবস্থায় থাকে এবং উহার আয়তন নগণ্য। অতএব হাইড্রোজেন সালফাইড হইতে সম-আয়তনেব হাইড্রোজেন পাওয়া যায় (চিত্র ২২ঘ)।

সংকেত :  $x$  ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন সালফাইডে  $x$  ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন



চিত্র ২২ঘ— $H_2S$ -এব সংযুতি নির্ণয়

আছে। মনে কর,  $x$  ঘন সেন্টিমিটার কোন গ্যাসের অণু সংখ্যা,  $p$  (আভোগাড্রো)।

$\therefore p$  সংখ্যক হাইড্রোজেন সালফাইড অণুতে  $p$  সংখ্যক হাইড্রোজেন অণু আছে। অর্থাৎ, ১টি হাইড্রোজেন সালফাইড অণুতে ১টি হাইড্রোজেন অণু আছে।

$\therefore$  ১টি হাইড্রোজেন সালফাইডের অণুতে ২টি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে।

যদি হাইড্রোজেন সালফাইডের অণু  $n$  সংখ্যক সালফার অণু থাকে, তাহা হইলে উহা অণুর সংকেত হইবে,  $H_2S_n$ ।

এই সংকেত অনুযায়ী উহা আগবিক গুরুত্ব হইবে,  $2 \times 1 + n \times 32$ ।

$$[\because S=32]$$

কিন্তু হাইড্রোজেন সালফাইডের ঘনত্ব = ১৭; অর্থাৎ আগবিক গুরুত্ব = ৩৪।

$$\therefore 2 \times 1 + n \times 32 = 34$$

$$\therefore n = 1$$

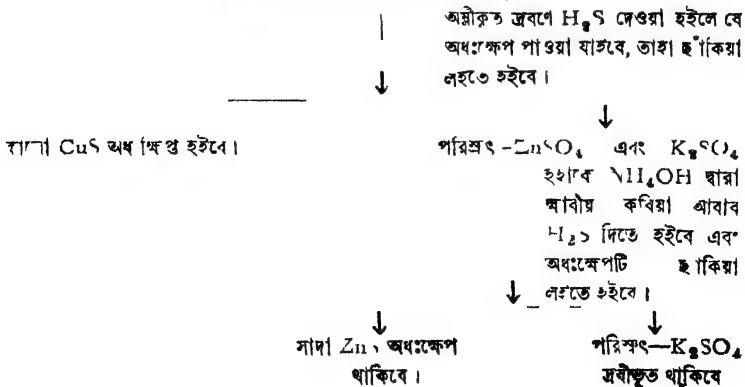
ব, হাইড্রোজেন সালফাইডের সংকেত হইবে,  $H_2S$ ।

২২-৯। হাইড্রোজেন সালফাইডের ব্যবহারঃ  
কোন কোন ক্ষেত্রে বিজারক রূপে হাইড্রোজেন সালফাইড ব্যবহৃত হয় বটে,  
কিন্তু অজৈবপদার্থের রাসায়নিক বিশ্লেষণেই উহার প্রয়োগ সর্বাধিক এবং  
বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

দেখা গিয়াছে, ধাতব সালফাইডগুলি তিন রকমের। উহাদের কতকগুলি  
যেমন  $HgS$ ,  $CuS$ ,  $SnS$  ইত্যাদি অ্যাসিডে অদ্রাব্য। পরন্তু অপর কতকগুলি  
যেমন  $ZnS$ ,  $MnS$  প্রভৃতি অ্যাসিডে দ্রবণীয়, কিন্তু ক্ষারে অদ্রবণীয়।  
আবার  $CaS$ ,  $Na_2S$  ইত্যাদি জলেই দ্রবীভূত হয়, অ্যাসিড ও ক্ষারে ত'  
হইবেই।

সুতরাং যদি কতকগুলি অজৈব লবণ একত্র মিশ্রিত থাকে, তবে উহার  
জলায় দ্রবণে সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন পরিচালিত করিয়া উহাদিগকে উক্ত  
তিনটি পর্মাণে বিভক্ত করা সম্ভব। একটি উদাহরণ হইতেই ইহা সম্যক বুঝা  
যাইবে। মনে কর, একটি মিশ্রণে  $ZnSO_4$ ,  $CuSO_4$  এবং  $K_2SO_4$  আছে।  
প্রথমে উহাকে জলে দ্রবীভূত করিয়া একটি  $HCl$  দিয়া অম্লাকৃত করা হয় এবং  
এই অম্লিক দ্রবণে  $H_2S$  গ্যাস চালনা করা হয়। ইহাতে মিশ্রণ হইতে শুধু  
কালো  $CuS$  (কপার সালফাইড) সম্পূর্ণরূপে অধঃক্ষিপ্ত হইবে, অপর দুইটি  
ধাতব লবণের পরিবর্তন হইবে না।  $CuS$  ছাকিয়া লওয়া পরিস্ফুটন সহিত  
অ্যামোনিয়া মিশ্রিত করিয়া উহাৎ অম্লত্ব দূর করিয়া ক্ষারীয় করা হয়। ইহাতে  
পুনরায়  $H_2S$  গ্যাস পরিচালনা করা হয়। এখন মিশ্রণ হইতে সাদা  $ZnS$   
অধঃক্ষিপ্ত হইবে, কিন্তু পটাসিয়াম লবণের কিছু হইবে না, উহা দ্রবীভূত  
অবস্থায় থাকিবে।  $ZnS$  ছাকিয়া মিশ্রণ হইতে সরাইয়া লওয়া যাইতে পারে।  
পরিষ্কৃতের ভিতর পটাসিয়াম লবণ থাকিয়া যাইবে। এই ভাবে তিনটি ধাতব  
লবণ পৃথক করা গেল। বিশ্লেষণটি এভাবে লেখা যাইতে পারে।

মিশ্রণ :  $ZnSO_4$ ,  $CuSO_4$ ,  $K_2SO_4$



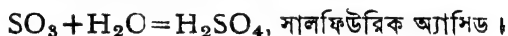
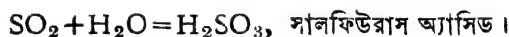


অতএব  $H_2S$  সাহায্যে ধাতব লবণগুলিকে তিনটি বিভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত করা এবং উহাদের পৃথক্ করা সম্ভব। অনেক সময় বিশিষ্ট রংয়ের জন্ত, যেমন সাদা  $ZnS$ , পীত  $As_2S_3$  প্রভৃতি, ধাতব সালফাইডের স্বরূপ নির্ণয় সম্ভব। বস্তুতঃ, অজৈব লবণের রাসায়নিক পরীক্ষা ও বিশ্লেষণে  $H_2S$  গ্যাস অপরিহার্য।

### সালফার অক্সাইড-সমূহ

সালফারের বহু অক্সাইড আছে। ইহাদের মধ্যে সালফার ডাই-অক্সাইড ও সালফার ট্রাই-অক্সাইড সাধারণতঃ ব্যবহৃত হয় এবং উহাদের আলোচনাই এখানে করা হইবে।

সালফারের অক্সি-অ্যাসিডের সংখ্যাও এক ডজনের অধিক। সালফার ডাই-অক্সাইড ও সালফার ট্রাই-অক্সাইড হইতে উদ্ভূত যথাক্রমে সালফিউরাস ও সালফিউরিক অ্যাসিডের কথাই এখানে বিবৃত করা হইতেছে।



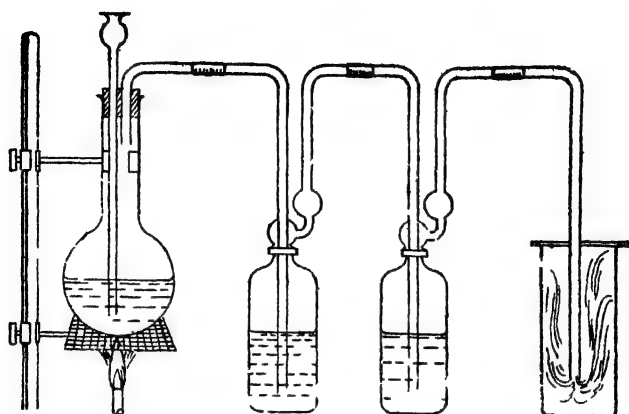
### ২২-১০। সালফার ডাই-অক্সাইড, $SO_2$ ও

### সালফিউরাস অ্যাসিড, $H_2SO_3$

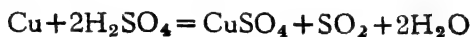
আগ্নেয়গিরির গ্যাসে সালফার ডাই-অক্সাইড থাকে। কয়লা পোড়ানোর ফলে যে গ্যাস হয় তাহাতেও কিছু কিছু সালফার ডাই-অক্সাইড থাকে।

প্রস্তুতি : (১) ল্যাবরেটরী পদ্ধতি : একটি গোল কুপীতে খানিকটা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও কপারের ছিলা লওয়া হয়। কুপীর মুখটি কৰ্ক বন্ধ করিয়া উহাতে একটি দীর্ঘনাল-কানেল ও একটি নির্গম-নল জুড়িয়া দেওয়া হয়। দীর্ঘনাল-কানেলের সরু প্রান্তটি অ্যাসিডে নিমজ্জিত রাখিতে হইবে। নির্গম-নলটি একটি গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড-পূর্ণ গ্যাস-ধাবকের সহিত যুক্ত থাকে। অতঃপর তারজালির উপর গোল কুপীটি তাপিত করা হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড ফুটন্ত অবস্থায় কপার দ্বারা বিজারিত হয় এবং সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। কপার সালফেট উপজাত হয়। গ্যাসটি অত্যন্ত ভারী, সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গম-নল দিয়া বাহির করিয়া

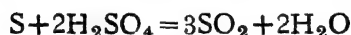
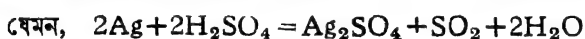
গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া সহজেই বায়ুর উর্ব্বভংশের দ্বারা গ্যাসজারে সংকল্প করা হয় ( চিত্র ২২৬ ) ।



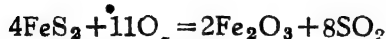
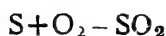
চিত্র ২২৬— $\text{SO}_2$ -গ্যাস প্রস্তুত



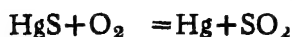
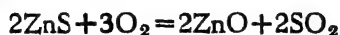
অনুরূপ অবস্থায় কপারের পরিবর্তে অক্সিজেন ধাতু বা অধাতুর দ্বারা উক্ত সালফিউরিক অ্যাসিড বিজারণ করিয়া  $\text{SO}_2$  গ্যাস পাওয়া সম্ভব ।



(২) অধিক পরিমাণে সালফার ডাই-অক্সাইড প্রয়োজন হইলে সালফার পোডাইয়া অথবা আয়রন-পাইবাইটিস্ খনিজের তাপজারণ দ্বারা প্রস্তুত করা হয় ।



অনেক খনিজ সালফাইড অবস্থায় পাওয়া যায়। সেই সব খনিজ হইতে ধাতু নিষ্কাশন-কালে সালফার ডাই-অক্সাইড উপজাত হয় ।



(৩) সোডিয়াম বাই-সালফাইটের গাঢ় দ্রবণের উপর বিন্দু বিন্দু গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ফেলিলে সালফার ডাই-অক্সাইড সহজেই পাওয়া যায় :—

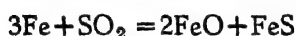


অনেক সময়েই ল্যাবরেটরীতে এ পদ্ধতিটি প্রয়োগ দেখা যায়।

## ২২-১১। সালফার ডাই-অক্সাইডের ধর্মঃ (১)

সালফার-ডাই-অক্সাইড একটি বর্ণহীন গ্যাস। ইহা একটি তীব্র ঝাঁঝালো শ্বাসনিবোধী গন্ধ আছে। বাতাস অপেক্ষা ইহা অনেক বেশী ভারী (ঘনত্ব - ৩২)। ইহাকে খুব সহজে তরল করা যায়। সাধারণ উষ্ণতায় একটু বেশী চাপ দিলেই ইহা তরলিত হইয়া থাকে। তরল সালফার ডাই-অক্সাইডে অনেক মোল এবং কোন কোন লবণ দ্রবীভূত হয়।

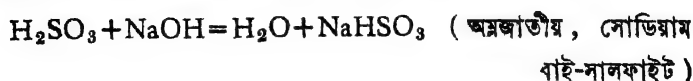
(২) সালফার ডাই-অক্সাইড নিজে দাহ্য নয় এবং অপবের দহনেও সহায়তা করে না, তবে জলন্ত পটাসিয়াম বা লৌহচূব উহাতে জ্বলিতে থাকে :



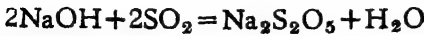
(৩) সালফার ডাই-অক্সাইডের জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাসকে লাল করে, অর্থাৎ এই অক্সাইডটি অম্লজাতীয়। বস্তুতঃ এই জলীয় দ্রবণটিই সালফিউরাস অ্যাসিড-দ্রবণ।

বিশুদ্ধ অবস্থায় সালফিউরাস অ্যাসিড পাওয়া যায় না, যদিও উহার লবণ-গুলি সবই বিশুদ্ধ অবস্থায় এবং কঠিন স্ফটিকাকারে পাওয়া সম্ভব। সালফিউরাস অ্যাসিড শুধু দ্রব অবস্থাতেই পবিচিত।  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$

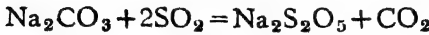
সালফিউরাস অ্যাসিড দ্বিফারী-অম্ল। স্বাধীনভাবে সহিত বিক্রিয়ার কলে ইহা দুই জাতীয় লবণ উৎপন্ন করে। দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণুই ধাতু বা ঋণ প্রতিস্থাপিত হইলে প্রশম-লবণ হইয়া থাকে, কিন্তু একটি মাত্র হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত হইলে অম্লজাতীয় লবণ উৎপন্ন হয়, যথা :—



সাধারণ উষ্ণতায় কঠিন সোডার দ্রবণের ভিতর অতিরিক্ত পরিমাণ  $\text{SO}_2$  গ্যাস পরিচালিত করিলে সোডিয়াম মেটা-বাই-সালফাইট অধঃক্ষিপ্ত হয়।



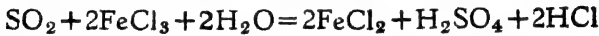
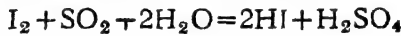
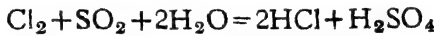
কঠিন সোডিয়াম কার্বনেটও সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাসের সহিত বিক্রিয়া করিয়া উক্ত মেটা-বাই-সালফাইট উৎপন্ন করে।



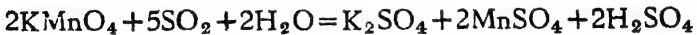
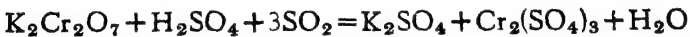
(৪) সালফার ডাই-অক্সাইড অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া অথবা ওজোন দ্বারা জারিত হইয়া সালফার ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয়।



বস্তুতঃ, এই অক্সিজেন-গ্রহণ-ক্ষমতার জগুই সালফার ডাই-অক্সাইড বিজারণ-গুণসম্পন্ন হইয়াছে। হ্যালোজেন, ফেরিক ক্লোরাইড, পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট প্রভৃতি বহু বস্তুকে ইহা সহজেই বিজারিত করে।

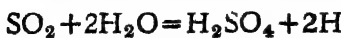


সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস দিলে লাল পটাস পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ বর্ণহীন এবং পীত পটাস ডাই-ক্রোমেট দ্রবণ সবুজ হইয়া থাকে। উভয়েই বিজারিত হইয়া যায় :—



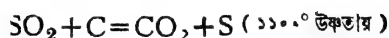
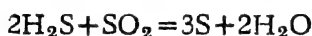
এই সকল বিজারণের ফলে  $\text{SO}_2$  সর্বদাই সালফিউরিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হইয়া থাকে।

অনেক জৈবজাতীয় রঙীন পদার্থকেও সালফার ডাই-অক্সাইড বিরঞ্জিত করিয়া থাকে। সেই জগু সালফার ডাই-অক্সাইড বা সালফিউরাস অ্যাসিড বিরঞ্জক হিসাবে যথেষ্ট ব্যবহৃত হয়। এই বিরঞ্জন-ক্রিয়া জল ব্যতিরেকে হইতে পারে না। খুব সম্ভবতঃ  $\text{SO}_2$  প্রথমে জলের সহিত ক্রিয়ার ফলে জায়মান হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে, এবং এই জায়মান হাইড্রোজেনই প্রকৃত বিরঞ্জক।

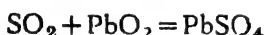


অর্থাৎ বিজারণ গুণের জন্তই সালফার ডাই-অক্সাইড বিরঞ্জন-ক্রিয়া করিতে সমর্থ হয়। কয়েকটি রঙের ফুলের পাপড়ি সিল্ক অবস্থায় সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাসে রাখিয়া দিলে কয়েক মিনিটেই উহা সাদা হইয়া যায়। ক্লোরিন বা বিরঞ্জক-চূর্ণ সিল্ক, উল প্রভৃতির পক্ষে ক্ষতিকর। সুতরাং, সালফার ডাই-অক্সাইডের সাহায্যে উহাদিগকে পবিত্রত করা হয়।

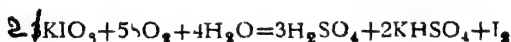
৫) কোন কোন ক্ষেত্রে আবার সালফার ডাই-অক্সাইড আরক হিসাবেও ক্রিয়া করে। যেমন :—



(৬) সালফার ডাই-অক্সাইডের যুত যৌগিক তৈয়ারী করারও যথেষ্ট ক্ষমতা পবিত্রিত হয়। বিভিন্ন মৌল ও যৌগের সহিত উহা যুক্ত হইতে পারে :—



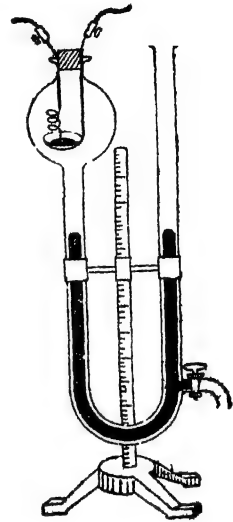
২২ ১২। সালফার ডাই-অক্সাইডের পরীক্ষা ও ব্যবহার : এই গ্যাসটি উহার ভীষণ ঝাঁঝালো গন্ধ হইতেই বুঝা যায়। পটাসিয়াম ডাই ক্রোমেট সিল্ক কাগজ উহার সংস্পর্শে আসিলেই সবুজ হইয়া যায়। এই পরীক্ষাটিই সর্বদা ল্যাবরেটরীতে প্রয়োগ করা হয়। পটাসিয়াম আয়োডেট ও স্টার্চ এর মিশ্রিত দ্রবণ এই গ্যাসে নীল হইয়া যায়।



সালফার ডাই-অক্সাইডের বিবিধ ব্যবহার প্রচলিত। মাধারণ বিবেক্ষণ হিসাবে ইহার প্রয়োগ আছে। চিনি উৎপাদনেও ইহা বিবেক্ষণ হিসাবে ব্যবহৃত হয়। রোগ জীবাণুনাশক বলিয়া ইহা বিজ্ঞান (disinfectant) হিসাবে ব্যবহৃত হয়। মাংস প্রভৃতির পচন ও ছাত্তা পড়া নিবারণ করার জন্তও ইহা ব্যবহার হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড ও সালফাইট প্রস্তুতিতেই সালফার ডাই-অক্সাইডের ব্যবহার সর্বাধিক। ক্লোরিন যে সকল ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় সেখানে অতিরিক্ত ক্লোরিন দূরীভূত করিতেও সালফার ডাই-অক্সাইডের প্রয়োজন হয়।

২২-১৩। সালফার ডাই-অক্সাইডের সংযুতি ও সংক্ৰান্ত : একটি অংশাক্রিয় U-নলের সাহায্যে সালফার ডাই-অক্সাইডের আয়তন-সংযুতি নির্ণয় করা হয়। U-নলের একটি বাহুর শেষ প্রান্ত একটি প্রশস্ত গোলকে পরিণত

করিয়া লওয়া হয় ( চিত্র ২২৮ )। এই গোলকের একটি কাচের ছিপি থাকে। এই ছিপির ভিতর দিয়া দুইটি শক্ত কপারের তার ভিতরে প্রবেশ করান থাকে। একটি তার গোলকেব প্রায় মধ্যস্থলে গিয়া একটি চামচেতে শেষ হইয়াছে। একটি সরু প্লাটিনাম তারের কুণ্ডলীর দ্বারা এই চামচেট কপারেব অপর তারটির সহিত যুক্ত করিয়া দেওয়া হয়। চামচেব ভিতরে একটুখানি সালফার লওয়া হয়। U-নলের অপর বাহুর নীচের দিকে একটি স্টপকক থাকে। সম্পূর্ণ গোলকটি এবং U-নলের কিয়দংশ বিশুদ্ধ অক্সিজেনে পূর্ণ করিয়া লওয়া হয়। এই অক্সিজেন পান্ডের উপরে থাকে। অপর বাহুর স্টপককটির সাহায্যে উভয় বাহুব পারদ সমতলে আনিয়া ভিতরেব অক্সিজেনকে বাহিরেব বায়ুচাপেই বাধা হয়। অতঃপর কপারের তার দুইটির বাহিরেব প্রান্তদ্বয় একটি ব্যাটারীর সহিত যুক্ত করিয়া প্লাটিনাম কুণ্ডলীর ভিতর দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করা হয়। প্লাটিনাম লোহিততপ হইয়া উঠে এবং এই তাপে সালফারের টুকরাটি প্রজ্বলিত হইয়া অক্সিজেন সহযোগে সালফার ডাই-অক্সাইডে পরিণতি লাভ কবে। বিক্রিয়াটি শেষ হইয়া গেলে ব্যাটারী হইতে মুক্ত করিয়া যন্ত্রটিকে শীতল করিয়া পূর্বতন উষ্ণতায় ফিরাইয়া আনা হয়। পাবদ-কল উভয় বাহুতে একই বাথিলে দেখা যায় সালফার ডাই-অক্সাইড উৎপাদনের ফলে গ্যাসের আয়তনের কোন তারতম্য ঘটে নাই। অথচ থানিকটা অক্সিজেন বায়ু হইয়াছে ও তৎপরিবর্তে থানিকটা সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হইয়াছে। যেহেতু আয়তনের হ্রাস-বৃদ্ধি হয় নাই, সুতরাং ব্যয়িত অক্সিজেন এবং উৎপন্ন সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাসেব আয়তন সমান। অর্থাৎ সালফার ডাই-অক্সাইডে উহার সমায়তন অক্সিজেন আছে।



চিত্র ২২৮—সালফার ডাই-অক্সাইডেব সংযুতি নির্ণয়

অতএব, x ঘন সেন্টি সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাসে x ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন আছে।

অর্থাৎ ১ ঘন সেন্টি সালফার ডাই-অক্সাইডে ১ ঘন সেন্টি অক্সিজেন আছে।

অ্যাক্সোগ্যাড্রো একজ্জায়ায়ী মনে বর প্রতি ঘন সেটি. যে কোন গ্যাসের অণু-সংখ্যা,  $n$ ।

∴  $n$ -সংখ্যক সালফার ডাই অক্সাইড অণুতে  $n$ -সংখ্যক অক্সিজেন অণু আছে।

∴ ১টি সালফার ডাই অক্সাইড অণুতে ১টি অক্সিজেন অণু আছে।

∴ ১টি সালফার ডাই অক্সাইড অণুতে ২টি অক্সিজেন পরমাণু আছে।

অতএব এই বিব্যাগিব পদার্থের সম্বন্ধে ধরা যাউতে পারে  $S_xO_2$

তাহা হইলে উহার আণবিক গুরুত্ব হইবে,  $x \times ৩২ + ১৬ \times ২$

বিশ্ব সালফার ডাই অক্সাইড গ্যাসের ঘনত্ব = ৩২,

অর্থাৎ আণবিক গুরুত্ব =  $২ \times ৩২$

$x \times ৩২ + ১৬ \times ২ = ২ \times ৩২$

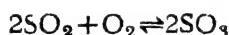
∴  $x = ১$

অতরাং সালফার ডাই-অক্সাইডের সম্বন্ধে হইবে  $SO_2$ ।

অর্থাৎ সালফার ডাই অক্সাইড ওজনাশুপাতে সালফার ও অক্সিজেনের পরিমাণ = ১ : ৩  
অথবা ১ : ১

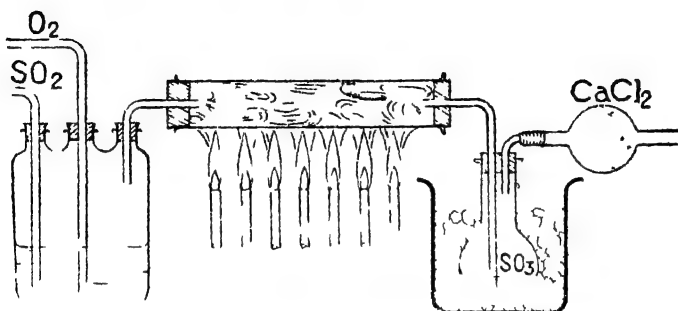
২২-১৪। সালফার ট্রাই-অক্সাইড,  $SO_3$ । প্রস্তুতি :

(১) সাধারণতঃ সালফার ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেনের সামান্য সংযোগ হইতেই সালফার ট্রাই-অক্সাইড পাওয়া যায়।



কিন্তু এই মিলনটি এত ধীরে ধীরে ঘটে যে কোন প্রভাবক ব্যতিরেকে ইহা সম্পন্ন কবা সম্ভব নয়। সাধারণতঃ প্লাটিনাম প্রভাবক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস ও অক্সিজেন প্রথমতঃ সালফিউরিক-অ্যাসিডপূর্ণ গ্যাস-ধাবকের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিয়া শুষ্ক করিয়া লওয়া হয়। অতঃপর এই দুইটি গ্যাসের মিশ্রণ একটি নলের ভিতর তাপিত প্লাটিনামের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে উহাৎ সালফার ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। অ্যাসবেসটসের উপর খুব সূক্ষ্ম কালো প্যাটিনাম চূর্ণ প্রথমে জমাট করা হয়। এই প্যাটিনাম-যুক্ত অ্যাসবেসটসই প্রভাবক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। উহার উষ্ণতা মোটামুটি  $৪৪০^\circ$  সেন্টিগ্রেড রাখা হয়। বিক্রিয়াটি উত্তমুখী, কিন্তু মিশ্রণের ভিতর সবদায়া অক্সিজেনের পরিমাণ অনেক বেশী দেওয়া হয়। ইহাতে প্রায় সম্পূর্ণ সালফার ডাই-অক্সাইড ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হইয়া যায়। উৎপন্ন সালফার ট্রাই-অক্সাইড বরফ ও লবণ দ্বারা আবৃত একটি শীতল গ্রাহকে সংগ্রহ করা হয়। কম উষ্ণতায় সালফার ট্রাই-

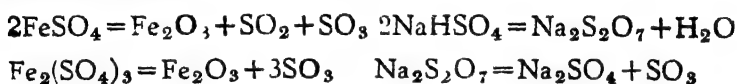
অক্সাইড জমিয়া কঠিন ফটিকাকার ধারণ করে। জলের সংস্পর্শে আসিলেই ইহা সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হইয়া যায় বলিয়া সতর্কতার সহিত উহাকে জলীয় বাষ্প হইতে মুক্ত রাখা প্রয়োজন।



চিত্র ২২৮—সালফার ট্রাই অক্সাইড প্রস্তুতি

প্লাটিনামের পরিবর্তে অগ্ন্যস্ত্র প্রভাবকও ব্যবহাব করা যাইতে পারে, যেমন, কপার, আয়রন বা ভ্যানাডিয়ামের অক্সাইড।

(২) কোন কোন ধাতব সালফেট উত্তপ্ত করিলেও সালফার ট্রাই-অক্সাইড পাওয়া যায় :—



২২-১৫। সালফার ট্রাই-অক্সাইডের ধর্মঃ সাধারণ উষ্ণতায় সালফার ট্রাই-অক্সাইড কঠিন ফটিকাকারে থাকে।

সালফার ট্রাই-অক্সাইডের জলে প্রতি আসক্তি অত্যন্ত বেশী। আর্দ্র বাতাসে সালফার ট্রাই-অক্সাইড গ্যাস ছাড়িয়া দিলে একটি অত্যন্ত ঘন সাদা ধোঁয়াব সৃষ্টি হয়। বস্তুতঃ, এই ধোঁয়াটি খুব ছোট ছোট সালফিউরিক অ্যাসিড-কণার সমষ্টি।  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$

সালফার ট্রাই-অক্সাইড গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় এবং পাইরো-সালফিউরিক অ্যাসিড বা ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদন করে :



ক্ষারক অক্সাইডের সহিত যুক্ত হইয়া উহা সালফেটে পরিণত হয়।  $\text{BaO}$ -



এর সহিত ইহার বিক্রিয়ার সময় এত তাপ-বিকিরণ হয় এবং অক্সাইডটি ভাস্বর হইয়া উঠে।  $\text{BaO} + \text{SO}_3 = \text{BaSO}_4$

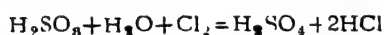
২২-১৬। সালফিউরিক অ্যাসিড,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  : সালফিউরিক অ্যাসিডের বিভিন্ন ধাতব লবণ প্রকৃতিতে পাওয়া যায়, কিন্তু অ্যাসিড অবস্থায় উহা প্রকৃতিতে সাধারণতঃ দেখা যায় না। কখনও কখনও সহরের বুষ্টিয় জলে খুব অল্প পরিমাণে সালফিউরিক অ্যাসিড থাকে।  $\text{CaSO}_4$ ,  $2\text{H}_2\text{O}$  ;  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  প্রভৃতি খনিজ অবশ্য প্রচুর পাওয়া যায়।

প্রস্তুতি : হীরা কস [ ফেরাস সালফেট ] উত্তপ্ত করিয়া যে গ্যাস পাওয়া যায় মধ্যযুগীয় রাসায়নিকবিদগণ তাহা হইতে সালফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুত করিতেন। উহাকে তখন ‘অয়েল অব ভিট্রিয়ল’ (oil of vitriol) বলা হইত।



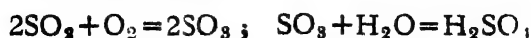
অষ্টাদশ শতাব্দীতে সালফার পোড়াইয়া সালফার ডাই-অক্সাইড করিয়া উহা হইতে সালফিউরিক অ্যাসিড তৈয়ারী করার প্রণালী প্রবর্তিত হয়।

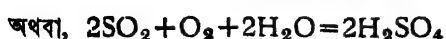
ল্যাবরেটরীতে সালফার ট্রাই-অক্সাইড জলে দ্রবীভূত করিলেই সালফিউরিক অ্যাসিড পাওয়া যাইতে পারে। অথবা সালফিউরাস অ্যাসিডকে বাতাস, ক্লোরিন, নাইট্রিক অ্যাসিড প্রভৃতির দ্বারা ধীরে ধীরে জাবিত করিয়া সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত করা যাইতে পারে।



বিস্তৃত এই সব পদ্ধতির বিশেষ কোন ব্যবহারিক মূল্য নাই। কারণ সালফিউরিক অ্যাসিডের চাহিদা এত বেশী এবং বিভিন্ন বাসায়নিক শিল্পে উহার প্রয়োজন এত অধিক যে সর্বদা উহা প্রচুর পরিমাণে প্রস্তুত করা হয়।

২২-১৭। সালফিউরিক অ্যাসিড শিল্প : সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাসকে বাতাসের অক্সিজেন দ্বারা জারিত কবিলে সালফার ট্রাই-অক্সাইড পাওয়া যায়। সালফার ট্রাই-অক্সাইড জলের সহিত মিলিত হইয়া সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড এই রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাহায্যেই প্রস্তুত হয়।





বেশী পরিমাণে এই অ্যাসিড প্রস্তুত করার দুইটি প্রণালী আছে। (১) প্রকোষ্ঠ পদ্ধতি (lead chamber process) (২) স্পর্শ পদ্ধতি (contact process), এই দুই প্রণালীর প্রকরণ-ব্যবস্থা ও যান্ত্রিক সরঞ্জাম সম্পূর্ণ ভিন্ন রকমেব।

সালফার ডাই-অক্সাইডের জারণ-ক্রিয়াটি সহর সম্পন্ন করার জন্য প্রভাবক ব্যবহার করা ছাড়া গত্যন্তব নাই।

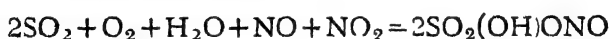
**প্রকোষ্ঠ পদ্ধতি**—এই পদ্ধতিতে সর্বদাই নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড গ্যাস প্রভাবক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। নাইট্রোজেন পার-অক্সাইডের উপস্থিতিতে, সাধারণ চাপে এবং এমন কি, সাধারণ উষ্ণতাতে সালফার ডাই-অক্সাইড খুব সহজে সম্পূর্ণরূপে জারিত হইয়া থাকে।

নাইট্রোজেন পার অক্সাইড দ্রুতিটিকে কি ভাবে প্রভাবিত করে সে বিষয়ে বহুরকম মতবাদ আছে।

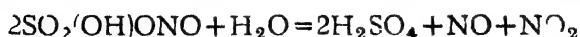
(১) সাধারণতঃ মনে করা যাইতে পারে যে নাইট্রোজেন পার অক্সাইড সালফার ডাই-অক্সাইডকে জারিত করে এবং স্বয়ং বিজারিত হইয়া নাগটিক অক্সাইডে পরিণত হয়। পরে অক্সিজেনের সহিত নাইট্রিক অক্সাইড যুক্ত হইয়া নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



(২) আবার কেহ কেহ মনে করেন নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড এবং উহা বিজারণে যে নাইট্রিক-অক্সাইড হয়, উভয়েই প্রভাবকের কাজ করে। প্রভাবক প্রথম বিক্রিয়কের সহিত যুক্ত হইয়া নাইট্রোসো সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদন করে। উহা জলের সম্পর্কে আসিলে বিশ্লেষিত হইয়া সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণতি লাভ করে।



(নাইট্রোসো-সালফিউরিক অ্যাসিড)



আন্তঃস্থরিক বিক্রিয়ার স্বরূপ বাহাই চটক, সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হওয়ার পর, প্রভাবক সম্পূর্ণ পরিমাণই আবার পূর্ববস্থায় পাওয়া যায় এবং উহাকে পুনঃ পুনঃ একই কাজে ব্যবহার করা সম্ভব।

অতএব, প্রকোষ্ঠ-পদ্ধতির সাহায্যে সালফিউরিক-অ্যাসিড প্রস্তুত করিতে সালফার ডাই-অক্সাইড, অক্সিজেন (বায়ু), জল এবং প্রভাবক হিসাবে নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড এই চারিটি বস্তুর প্রয়োজন। বাতাস এবং জলের

প্রশ্ন অবশ্য উঠে না, কিন্তু সালফার ডাই-অক্সাইড ও নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড তৈয়ারী করিয়া লইতে হয়।

**প্রক্রিয়ার বিবরণ :** বিক্রিয়াটি সহজ হইলেও ইহার জন্য বিরাট যান্ত্রিক ব্যবহার প্রয়োজন হয়। এই যান্ত্রিক-সরঞ্জামের প্রধানতঃ তিনটি বিভিন্ন অংশ আছে এবং উহাদের প্রয়োজন ও কার্যক্রমও বিভিন্ন।

(১) সালফার ডাই-অক্সাইড প্রস্তুতির ব্যবস্থা।

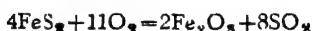
(২) সালফার ডাই-অক্সাইডের জারণ ও অ্যাসিডে পরিণত করার ব্যবস্থা।

[ মভার স্তম্ভ ও সীসক প্রকোষ্ঠ ]

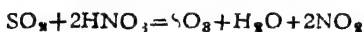
(৩) প্রভাবক পুনরুদ্ধারের ব্যবস্থা। [ গে-লুসাক স্তম্ভ ]

যন্ত্রের প্রকোষ্ঠগুলি এবং অধিকাংশ নল ইত্যাদি সীসার তৈয়ারী, কারণ সীসা সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা সহজে আক্রান্ত হয় না। সীসক প্রকোষ্ঠে ইহা প্রস্তুত হয় বলিয়া ‘প্রকোষ্ঠ পদ্ধতি’ নামটির প্রচলন হইয়াছে।

**সালফার ডাই-অক্সাইড :** আয়রন পাইরাইটস খনিজ অথবা সালফার বাতাসে পোড়াইয়া সালফার ডাই-অক্সাইড তৈর্য্য করিয়া লওয়া হয় :—



**নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড :** সোডিয়াম নাইট্রেট ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড তাপিত করিয়া নাইট্রিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। উত্তাপে এই নাইট্রিক অ্যাসিড ভাঙিয়া যায় এবং নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড গ্যাস পাওয়া যায়। অবশ্য, সালফার ডাই-অক্সাইড দ্বারা বিজারিত হওয়ার ফলেও নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



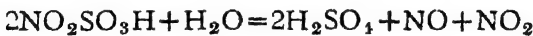
বর্তমানে কোন কোন প্রতিষ্ঠানে অ্যামোনিয়াকে জারিত করিয়া যে নাইট্রিক অক্সাইড পাওয়া যায় তাহাই ব্যবহৃত হয়।

**সালফার ডাই-অক্সাইডের জারণ :** চূর্ণাভে সালফার পোড়ান হয়। উত্তপ্ত সালফার ডাই-অক্সাইড এবং অতিবিক্ত বায়ু চুল্লী হইতে বাহির হইয়া আসিলে উহার সহিত প্রভাবক নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড মিশ্রিত করা হয়। সালফার ডাই-অক্সাইড, বায়ু ও নাইট্রোজেন পার-অক্সাইডের মিশ্রণটি অতঃপর একটি ছোট খালি স্তম্ভের ভিতর দিয়া আকা-বাঁকা পথে প্রবাহিত

করা হয়। ইহার ফলে গ্যাসে যদি কোন ধূলিকণা থাকে তাহা খিতাইয়া যায় এবং গ্যাসটি বিশুদ্ধতর হয় এবং উহার উষ্ণতাও কিছুটা হ্রাস পায়। ইহার পর গ্যাসটি একটি নলের ভিতর দিয়া একটি উঁচু স্তম্ভের নীচের দিকে প্রবেশ করে। ইহাকেই “গ্লভার স্তম্ভ” (Glover's tower) বলে।

“গ্লভার স্তম্ভ” : ইহা সীসার পাত দ্বারা তৈয়ারী এবং উহার দেওয়ালের ভিতরেব দিক অয়সহ-ইট দ্বারা আবৃত। স্তম্ভটির ভিতরের অধিকাংশই ফ্রিট কাচ বা স্ফটিকের টুকরাতে ( Quartz ) ভবিষা রাখা হয়। গ্যাস-মিশ্রণটি স্তম্ভেব তলদেশে প্রবেশ করিয়া উপরের দিকে উঠিতে থাকে। স্তম্ভটির উপবে দুইটি ট্যাঙ্ক থাকে। একটি ট্যাঙ্ক হহতে নাতিগাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ( ৬৫% ) একটি উপককের সাহায্যে আস্তে আস্তে এই স্তম্ভের ভিতর দিয়া পড়িতে থাকে। ( এই অ্যাসিড স্তম্ভটির পরবর্তী প্রকোষ্ঠেই উৎপন্ন হয়। ) অপর ট্যাঙ্কটি হহতে অনুরূপভাবেই নাইট্রোসিল-সালফিউরিক অ্যাসিড (  $\text{NO}_2\text{HSO}_3$  ) স্তম্ভের ভিতর দিয়া পড়িতে দেওয়া হয়। ( এই অ্যাসিডটিও এই প্রণালীরই শেষেব দিকে গে-লুসাক স্তম্ভ হহতে পাওয়া যায়। ) স্তম্ভের ভিতর নিয়গামী শীতল অ্যাসিড দুইটি উর্ধ্বগামী উষ্ণতর গ্যাস-মিশ্রণের সংস্পর্শে আসিতে বাধ্য হয়। কাচ বা স্ফটিকের টুকরাগুলি উহাদের ঘনিষ্ঠ মিশ্রণের সুবিধা করে মাত্র। ইহাতে কণ্যকটি পরিবর্তন সাধিত হয়।

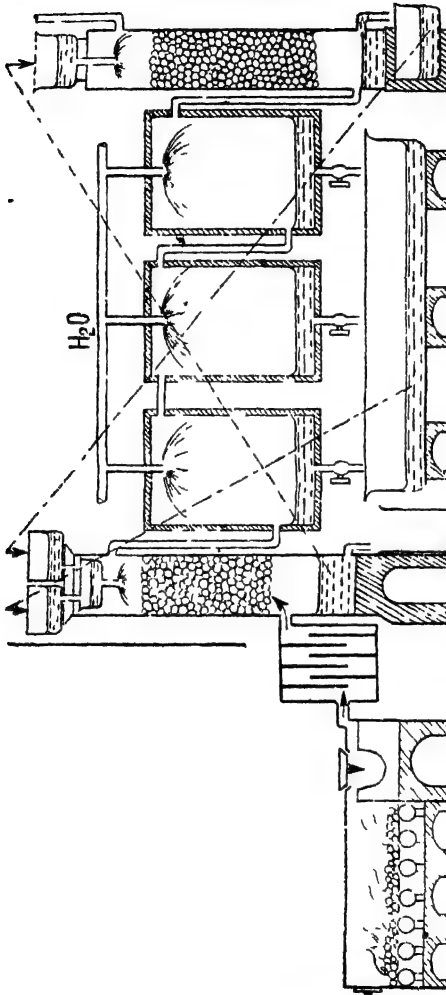
(১) নাইট্রোসিল সালফিউরিক অ্যাসিডে নাইট্রোজেন পার অক্সাইড প্রভাবকটি থাকে। উষ্ণতর গ্যাসের উত্তাপে উহা নাইট্রোজেন পার-অক্সাইড প্রভাবকটি পুনরুৎপাদন কবিষা থাকে। সঙ্গে সঙ্গে উহা নিজে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।



(২) অপেক্ষাকৃত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ( ৬১% ) উষ্ণতর গ্যাসের সংস্পর্শে তাপিত হওয়ায় উহার জল বাষ্পীভবন হইয়া যায় এবং স্তম্ভেব নীচে সীসার ট্যাঙ্কে গাঢ়তর সালফিউরিক অ্যাসিড সঞ্চিত হয়। ইহা ৭৮% অ্যাসিড, ঘনত্ব ১.৭২।

(৩) প্রভাবকের সাহায্যে খানিকটা  $\text{SO}_2$  গ্যাস এই স্তম্ভের ভিতরেই জারিত হইয়া সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

প্যাস-মিশ্রণটি অতঃপর  $30^{\circ}$ - $35^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতায় বড় বড় কয়েকটি সীসার তৈয়ারী প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করে।



চিত্র ১০—প্রকোষ্ঠ।

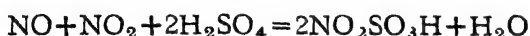
**সীসক-প্রকোষ্ঠ :** সীসার পাত গলাইয়া জোড়া দিয়া চতুর্ভুজ প্রকোষ্ঠ-গুলি তৈয়ারী করা হয়। তিন-চারিটি প্রকোষ্ঠের সম্পূর্ণ ঘনায়তন প্রায় ৭৫০০ বনফিট হইবে। উপর হইতে শীতল জলের ব্যরণার ধারা প্রকোষ্ঠের

ভিতর সর্বদা দেওয়া হয়। এই প্রকোষ্ঠগুলির ভিতরে বাকী সমস্ত  $SO_2$  গ্যাস জারিত হয় এবং পরে সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। প্রকোষ্ঠ-গুলির নীচে এই অ্যাসিড জমা হয় এবং প্রয়োজন অনুসারে বাহির করিয়া লওয়া হয়। ইহাতে শতকরা ৬৫ ভাগ অ্যাসিড থাকে ( ঘনত্ব ১.৫৫ )।

প্রকৃতপক্ষে এই সকল প্রকোষ্ঠে উৎপন্ন সমস্তটুকু অ্যাসিডই মভার স্তরের উপর হইতে উহার মধ্য দিয়া প্রবাহিত করান হয়, যাহাতে অ্যাসিডটি গাঢ়তর হইয়া ৭৮% হয়।

শেষ প্রকোষ্ঠ হইতে যে গ্যাস বাহির হইয়া আসে, তাহাতে স্বল্প পরিমাণ অপরিবর্তিত  $SO_2$  গ্যাস, নাইট্রোজেন, অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন অক্সাইড প্রভাবক ইত্যাদি থাকে। এই গ্যাস-মিশ্রণটিকে অতঃপর আর একটি স্তরের ভিতরে পাঠাইয়া দেওয়া হয়। ইহাব নাম “গে-লুসাক” স্তম্ভ।

“গে-লুসাক স্তম্ভঃ” এই গোলাকার স্তম্ভটিও সীসার তৈয়ারী। স্তম্ভটি কোক ও অল্পসহ ইষ্টকে ভরিয়া রাখা হয়। স্তম্ভের উপরে একটি ট্যাঙ্কে মভার স্তম্ভ হইতে যে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ( ৭৮% ) পাওয়া যায়, তাহার কিয়দংশ রাখা হয়। এই অ্যাসিড স্তম্ভের ভিতর দিয়া ধীরে ধীরে নীচে প্রবাহিত করা হয়। উর্ধ্বগামী গ্যাসেব সংস্পর্শে থাকিলে এই গাঢ় অ্যাসিড উল্লস নাইট্রোজেন অক্সাইডসমূহ শোষণ করিয়া লয় এবং নাইট্রোসিল-সালফিউরিক অ্যাসিড বা নাইট্রো-সালফনিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

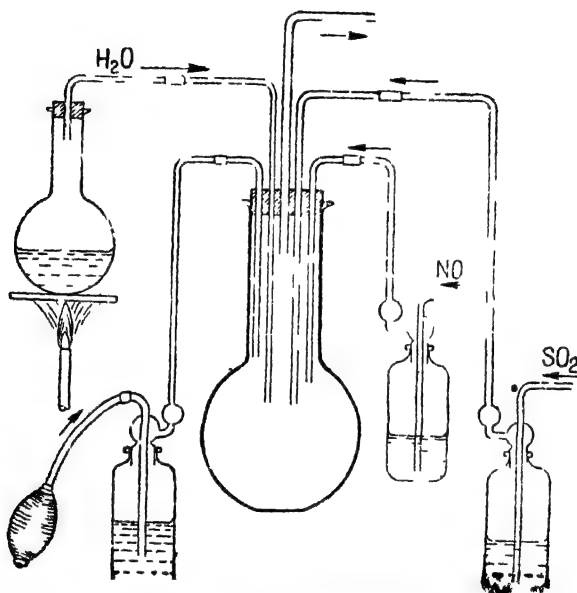


অত্যাশ্র গ্যাস স্তম্ভেব বাহিরে গিয়া বাতাসের সঙ্গে মিশিয়া যায়। স্তম্ভের নীচে একটি ট্যাঙ্কে এই নাইট্রোসিল-সালফিউরিক অ্যাসিড সংকিত হয় এবং পাম্পের সাহায্যে উহাকে মভার স্তম্ভেব উপরে পাঠাইয়া দেওয়া হয়।

অতএব, প্রভাবকটির অপচয় বন্ধ কবার জুতাই গে-লুসাক স্তম্ভটি বিশেষ মূল্যবান। বস্তুতঃ গে-লুসাক ও মভার স্তম্ভ দুইটির উপযুক্ত ব্যবহারের উপরই এই শিল্পের সাফল্য সম্পূর্ণ নির্ভর কবে।

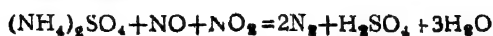
এই প্রণালীতে প্রস্তুত সমস্ত অ্যাসিড শেষ পর্যন্ত মভার স্তম্ভের নীচেই জমা হয়। এখান হইতে অ্যাসিড বিভিন্ন প্রয়োজনে চালান দেওয়া হয়, অল্প একটু অংশ কেবল গে-লুসাক স্তম্ভের প্রয়োজনে ব্যবহৃত হয়।

**সালফিউরিক অ্যাসিডের গাঢ়ীকরণ :** প্রকোষ্ঠ পদ্ধতিতে যে অ্যাসিড পাওয়া যায় তাহার সর্বাধিক গাঢ়ত্ব শতকরা ৭৮ ভাগ। সুপার-ফসফেট, অ্যামোনিয়াম সালফেট ইত্যাদি তৈয়ারী করিতে এই অ্যাসিডই উপযুক্ত। কিন্তু অন্যান্য বায়োনিক শিল্পে অধিকতর গাঢ় অ্যাসিডের প্রয়োজন হয়। এই অ্যাসিড অপেক্ষাকৃত অল্পদ্বারী, সুতরাং গ্যাস-চুল্লীতে তাপিত করিয়া উহার জল উড়াইয়া দিয়া অ্যাসিডকে ৯৮% গাঢ় করা হয়।



চিত্র ২২খ - সালফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুতি

প্রকোষ্ঠ পদ্ধতিতে উৎপন্ন অ্যাসিডে অবশ্য নানা অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে, যদিও উহাদের পরিমাণ বেশী নয়। ইহাদের মধ্যে লেড সালফেট, আর্সেনিক অক্সাইড, নাইট্রোজেনের অক্সাইড ও সালফার ডাই-অক্সাইডের বিশেষ উল্লেখযোগ্য। বিশুদ্ধ অ্যাসিড পাটতে হলে উহাকে প্রথমে জল মিশাইয়া লবু করা হয়। তাহাতে লেড সালফেট প্রায় সবটুকু অবক্ষিপ্ত হইয়া যায়। তৎপর উহাতে  $H_2S$  গ্যাস পরিচালিত করিয়া আর্সেনিক ও অবশিষ্ট লেড হইতে উহাকে মুক্ত করা হয়।  $As_2S_3$  এবং  $PbS$  অবক্ষিপ্ত হইয়া থাকে। তৎপর অ্যামোনিয়াম সালফেটের সহিত অ্যাসিডটিকে কাচের পাত্রে বা সিলিকার পাত্রে পাতিত করিয়া বিশুদ্ধ অ্যাসিড সংগ্রহ করা হয় :



প্রকোষ্ঠ-পদ্ধতিব প্রক্রিয়াটি সহজেই সাধারণ ল্যাবরেটরীতে পরীক্ষা করিয়া দেখান যাইতে পারে। একটি বেশ বড় শক্ত কাচের কুপীর মুখটি কৰ্কষারা বন্ধ করিয়া তাহাতে পাঁচটি নল লাগাইয়া দেওয়া হয়। চারিটি নলের সাহায্যে কুপীর ভিতরে নাইট্রিক-অক্সাইড, অক্সিজেন, সালফার ডাই-অক্সাইড ও স্টীম প্রবেশ করান সম্ভব। প্রথমোক্ত তিনটি গ্যাস গ্যাস-ধাবকের গাড় সালফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর দিয়া ধৌত করিয়া পাঠান হয় যাহাতে উহাদের সহিত জলীয় বাষ্প না থাকে (চিৎ ২০ জ)। প্রথমে নাইট্রিক অক্সাইড ও অক্সিজেন ভিতরে দেওয়া হয়। উহাব মিলিত হওয়া লাল নাইট্রোজেন পাব-অক্সাইড সৃষ্টি করে। ইহাব পরে সালফার ডাই-অক্সাইড পাঠান হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে জলোত্তীর্ণ দ্রব অক্সিজেন বৃদ্ধিত করিয়া কিছু জলীয় বাষ্প সহ ভিতরে দেওয়া হয়। ইহাব ফলে ত্রমণঃ ভিতর নাইট্রোজেন পার অক্সাইডেব লাল রঙটি ফিরা হইয়া যায় এবং কুপীর গায়ে বর্ণহীন নাইট্রোজেন-সালফিউরিক অ্যাসিডেব দ্রুতক জমিতে দেখা যায়। এই সময় বেশী অক্সিজেন প্রবাহ দিয়া ভিতরের গ্যাস বিতাড়িত করিয়া দেওয়া হয় এবং জল ফুটাইয়া অতিরিক্ত পরিমাণ স্টীম ভিতরে প্রবেশ করানো হয়। নাইট্রোসালফিউরিক অ্যাসিড স্টীমেব সংস্পর্শে আর্দ্রবিশেষিত হইয়া যায়। গাড় সালফিউরিক অ্যাসিড কুপীর নাচে সঞ্চিত হয় এবং নাইট্রোজেন পাব অক্সাইড পুনরায় উৎপন্ন হয়। ইহা হইতে প্রকোষ্ঠ-পদ্ধতিব বর্ণিত চিৎ বেশ নুখা যায়।

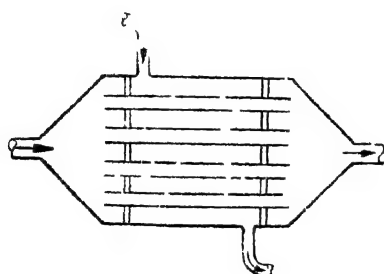
২২-১৮। “সংশোধিত-পদ্ধতি”ঃ এই প্রণালীতে সর্বদাই কোন কঠিন প্রভাবক ব্যবহৃত হয়। সূক্ষ্ম প্রাচীনাম-চূর্ণ অথবা কোন কোন বিশেষ ধাতব অক্সাইড উৎকৃষ্ট প্রভাবকের কাজ করে। উপযুক্ত উষ্ণতায় সালফার ডাই-অক্সাইড ও বাতাসেব মিশ্রণ যদি এই সকল কঠিন প্রভাবকের সংস্পর্শে আসে তাহা হইলে অতি সহজেই সালফার ডাই-অক্সাইড সম্পূর্ণরূপে জারিত হইয়া সালফার ট্রাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। প্রভাবক কঠিন অবস্থায় থাকে বলিয়া উহাব জন্ম স্থলায়তন স্থানেব প্রয়োজন হয়, বড় বড় প্রকোষ্ঠের দরকার হয় না। এই পদ্ধতিতে প্রভাবকের মূল্য অধিক এবং কোনমতেই উহাকে নষ্ট হইতে দেওয়া চলে না। কিন্তু গ্যাস-মিশ্রণের সহিত যদি আর্গেনিক অক্সাইড বা হাইড্রোজেন সালফাইড প্রভৃতি মিশ্রিত থাকে তবে উহাদের প্রভাবন-ক্ষমতা নষ্ট হইয়া যায়। \*এহ কারণে যে গ্যাস-মিশ্রণটি প্রভাবকের উপর দিয়া প্রবাহিত করা হয়, উহাকে পূর্বেই সতর্কতার সহিত বিশুদ্ধ করিয়া লওয়া হয়।

এই পদ্ধতিতে প্রভাবকের উষ্ণতা প্রতিও লক্ষ্য রাখা প্রয়োজন।  $2SO_2 + O_2 = 2SO_3 + 8000$  ক্যালোরি, এই জারণ ক্রিয়াটি তাপ-উৎসারী। তাপ-উৎসারী বিক্রিয়াসমূহ উষ্ণতা বৃদ্ধি করে এবং বেশী পরিমাণে সম্পাদিত হয়। এই রীতি অনুসারে কম উষ্ণতার বেশী সালফার ট্রাই-অক্সাইড পাওয়া সম্ভব। কিন্তু পরিমাণে অধিক হইলেও কম উষ্ণতার পরিবর্তনটি সম্পন্ন হইতে অতি দীর্ঘ



সময়ের প্রয়োজন হয়। হুতরাং, উহা ব গুরুত্ব খুবই কমিয়া যায়। উষ্ণতা বৃদ্ধির সঙ্গে পরিমাণে কম হইলেও বিক্রিয়াটি অতি দ্রুত সম্পন্ন হয়। পরীক্ষায় দেখা গিয়াছে স্টাটিনাম চূর্ণ প্রভাবকের উষ্ণতা যদি  $880^{\circ}$  সেন্টিগ্রেডে রাখা যায়, তবে আশাস্বরূপ দ্রুত এবং শতকরা প্রায় ৯৮ ভাগ  $SO$ , পাওয়া যায়। অতএব, সর্বদা প্রভাবক এবং বিক্রিয়ক গ্যাস মিশ্রণটি  $800-880^{\circ}$  ডিগ্রী উষ্ণতায় রাখার চেষ্টা করা হয়।

**প্রক্রিয়ার বিবরণ :** স্পর্শ-পদ্ধতিতে সব সময়েই অতিরিক্ত বায়ু-প্রবাহে সালফার পোড়াইয়া বিশুদ্ধতর সালফার ডাই-অক্সাইড তৈয়াবী কবিয়া লওয়া



হয়। চুল্লী হইতে যে গ্যাস বাহির হইয়া আসে তাহাতে মোটামুটি ৭%  $SO_2$ , ১০%  $O_2$  এবং ৮৩%  $N_2$  থাকে। এই গ্যাসটিকে প্রথমেই একটি ধুলিঝোড়ক স্তম্ভের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। তারপব গ্যাসটিকে যথাসম্ভব

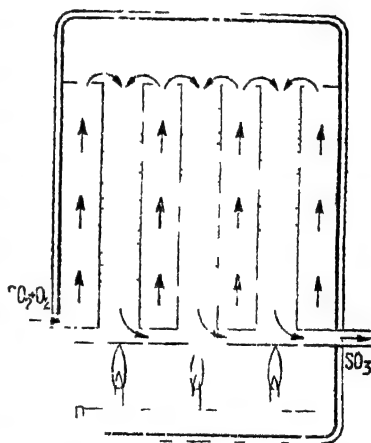
শীতল করা হয়। ইহার পব অপদ্রব্য সমূহ দূব কবাব উক্ত গ্যাসটি ধৌত করা হয়।

এই উক্ত গ্যাসটিকে পরপর কয়েকটি স্তম্ভের ভিতর দিয়া পবিচালিত করা হয়। প্রত্যেকটি স্তম্ভই কোক বা স্ফটিক খণ্ড (Quartz) দ্বাৰা পরিপূর্ণ থাকে। প্রথম স্তম্ভ কয়টির উপর হইতে জলের দ্বাৰা নামাইয়া দেওয়া হয় এবং পরবর্তী স্তম্ভের উপর হইতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের দ্বাৰা দেওয়া হয়। গ্যাসটি প্রত্যেক স্তম্ভের নীচে প্রবেশ করে এবং বিপরীতগামী জল বা অ্যাসিড দ্বাৰা ধৌত হইয়া থাকে। ইহার ফলে গ্যাসের সহিত মিশ্রিত অবাস্তবিক পদার্থগুলি দূর হয় এবং সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বাৰা শুদ্ধ হইয়া নিশুদ্ধ গ্যাসটি শেষ স্তম্ভ হইতে বাহির হইয়া আসে। এই সময় ইহার উষ্ণতা খুব কমিয়া যায়। কিন্তু প্রভাবকের সংস্পর্শে জারণ-ক্রিয়ার জন্ত  $880^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা দরকার। অতএব এই গ্যাসটিকে আবার তাপিত করা প্রয়োজন। সেই জন্ত বাহির হইতে তাপ দেওয়ার দরকার হয় না, বিক্রিয়া-উদ্ভূত তাপেই ইহাকে উষ্ণতর করা হয়।

সালফিউরিক অ্যাসিড স্তম্ভ হইতে বাহির হইয়া ইহা একটি তাপ-বিনিময়কাৰী প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করে। প্রকোষ্ঠের সৰু নলগুলিৰ ভিতর দিয়া উত্তপ্ত  $SO_2$  গ্যাস যাইতে থাকে এবং উহার সাহায্যে বাহিরের এই বিস্তৃত  $SO_2$  গ্যাস-মিশ্রণ তাপিত হইতে থাকে। এই তাপিত বিস্তৃত  $SO_2$  এবং বাতাসের মিশ্রণটি অতঃপর বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠে প্রবেশ লাভ করে।

**বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠ :** লোহার তৈয়ারী বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠে কয়েকটি খাড়া লোহাৰ নলৰ ভিতর প্রভাবক রাখা হয়। কঠিন প্রভাবকগুলির বিশেষত্বই যে যত বেশী আয়তনে উহাৰা বিক্রিয়কেৰ সংস্পর্শে আসিতে পারিবে ততই বেশী বিক্রিয়া নিম্পন্ন হইবে। এই জন্য প্লাটিনাম প্রভাবক অতি সূক্ষ্ম চূর্ণাবস্থায়

অ্যাসবেস্টসেব আশেব উপর জমাইয়া লওয়া হয়। এই প্লাটিনাম-যুক্ত অ্যাসবেস্টসই প্রভাবক রূপে ব্যবহৃত হয়। কোন কোন সময় “সিলিকা-জেলের” উপবে অথবা ম্যাগনেসিয়াম সালফেটের উপবে প্লাটিনাম-চূর্ণ জমাইয়া প্রভাবক তৈয়ারী করা হয়। প্লাটিনামের বদলে আয়রন ও কপার অক্সাইডের মিশ্রণ ( $Fe_2O_3 + CuO$ ) এবং



চিত্র ২২—বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠ

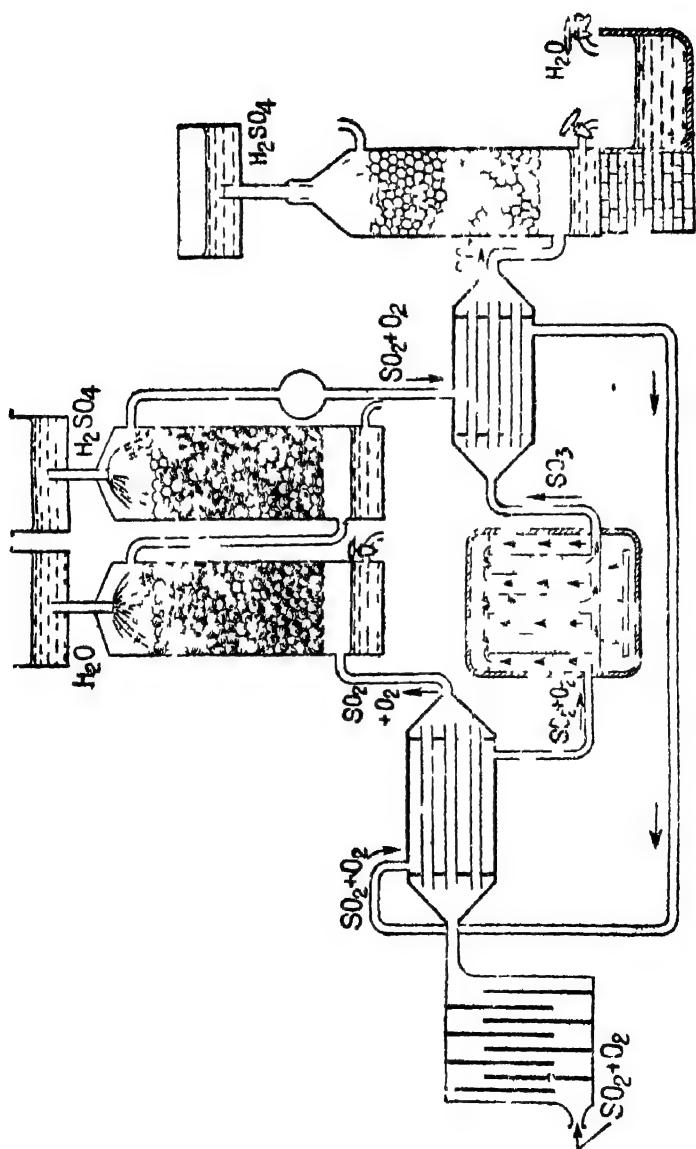
ভ্যানাডিয়াম পেন্টোক্সাইডও প্রভা-

বক হিসাবে আদ্যকাল ব্যবহৃত

হইয়া থাকে। প্রকোষ্ঠটি প্রভাবকসহ প্রথমে বড় গোলাকার দীপের সাহায্যে উত্তপ্ত কবিয়া লওয়া হয়, কিন্তু একবার বিক্রিয়া শুরু হইলে উহা হইতে যে তাপ উৎপন্ন হয় তাহাতেই প্রভাবক তাপিত হইয়া থাকে, অতঃপর কোন তাপ দেওয়ার প্রয়োজন হয় না (চিত্র ২২)।

বিক্রিয়া-প্রকোষ্ঠের নীচের দিকে  $SO_2$  এবং বাতাসের মিশ্রণটি প্রবেশ করে। উহার উত্তাপ তখন প্রায়  $800^\circ$  সেন্টিগ্রেডের কাছাকাছি থাকে।

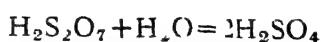
প্রভাবকের সংস্পর্শে  $SO_2$  জারিত হইয়া  $SO_3$  হয় এবং প্রচুর তাপ সৃষ্টি হয়। এই তাপ অপেক্ষাকৃত কম উষ্ণ বিক্রিয়ক গ্যাস শোষণ করিয়া লয়,



ଚିତ୍ର ୧୧୧ - ଅମ୍ଳ-ମୂଳକୀୟ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ଉତ୍ପାଦନ

তাই প্রভাবকের উষ্ণতা বাড়িতে পারে না। তাহা না হইলে তাপ-উৎসারী বিক্রিয়ার ফলে প্লাটিনামের উষ্ণতা খুবই বৃদ্ধি পাইত এবং উহাতে  $SO_2$  পরিমাণ হ্রাস পাইত। এইভাবে শতকরা ৯৮ ভাগ  $SO_2$  জারিত হয়। উৎপন্ন উষ্ণ  $SO_3$  গ্যাস ও বাতাস অতঃপর তাপ-বিনিময়কারী প্রকোষ্ঠের নলেব ভিত্তর দিয়া অতিক্রম করে (চিত্র ২২ট)। ফলে ইহার উষ্ণতা অনেকটা কমিয়া যায়।

সালফার ট্রাই-অক্সাইড অগ্রাহ্য গ্যাসসহ অতঃপর ফটিক খণ্ড-পূর্ণ স্তম্ভের ভিতর দিয়া লইয়া যাওয়া হয়। স্তম্ভগুলির উপর হইতে ৯৮/ ১০০ সালফিউরিক অ্যাসিড নীচের দিকে প্রবাহিত করা হয়। এই গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে  $SO_3$  দ্রবীভূত হয় এবং উহাকে ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিডে ( $H_2S_2O_7$ ) পরিণত কবে। নীচে একদি ট্যাংকে এই অ্যাসিড সঞ্চিত হয় এবং ইহাতে ধীরে ধীরে প্রয়োজনানুসারে জল মিশান হইতে থাকে যাহাতে অ্যাসিডের গাঢ়ত্ব সর্বদা শতকরা ৯৮ ভাগ থাকে। সোজাসুজি জলে সালফার ট্রাই-অক্সাইড সম্পূর্ণরূপে শোষণ করা বহুলাংশে বলিয়াই উক উপায় অবলম্বন করা হয়।



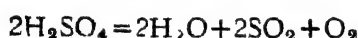
অধিকাংশ সালফিউরিক অ্যাসিড এখন পর্যন্ত প্রকোষ্ঠপদ্ধতিতেই প্রস্তুত হইলেও স্পর্শ পদ্ধতির প্রচলন দ্রুত প্রসা লাভ করিতেছে। যদিও প্রাথমিক ব্যয় অধিক, তবুও স্পর্শ পদ্ধতিতে যে অ্যাসিড পাওয়া যায় তাহা প্রকোষ্ঠ পদ্ধতির অ্যাসিড অপেক্ষা অধিকতর গাঢ় ও বিশুদ্ধ। তাহা ছাড়া, স্পর্শ পদ্ধতিতে অ্যাসিডকে পুনরায় গাঢ় করার প্রয়োজন হয় না।

**সালফিউরিক অ্যাসিডের ব্যবহার :** ল্যাবরেটরী জুড়াও বহু বহু বাসায়নিক শিল্পে সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়। প্রথমতঃ সালফিউরিক অ্যাসিডের চাহিদা হইতেই দেশের শিল্পোন্নতির পরিচয় পাওয়া সম্ভব। মাত্র কয়েকটি বাসায়নিক শিল্পের নাম এখানে কবাই হইতে পারে :— (১) তাই ড্রোরারিক ও নস্ট্রিক অ্যাসিড (২) বহুবন্ধের বিস্ফোরক, (৩) সুপার ফসফেট, ক্যামোনিয়াম সালফেট ইত্যাদি, (৪) নানাবিধ সের বজ্রক, (৫) পেট্রোলিয়ামের শোধন।

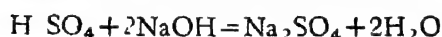
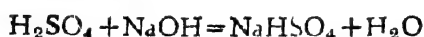
২২-১৯। সালফিউরিক অ্যাসিডের প্রস্তুতি (১) সচরাচর আমরা যে অত্যন্ত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দেখিতে পাই, উহাতে শতকরা ২ ভাগ জল থাকে। বিশুদ্ধ সালফিউরিক অ্যাসিড পাইতে হইলে

এই ৯৮ ভাগ অ্যাসিডে সালফার টাই-অক্সাইড শোষণ করা হয় ঠাণ্ডাতে জমাইয়া লইতে হয়। তখন বিস্তৃত সালফিউরিক অ্যাসিড কেলাসিত হইয়া থাকে। উহা গলনার ১০৫০° সেন্টিগ্রেড। সাধারণ অবস্থায় বিস্তৃত অ্যাসিড তেলের মত বিস্তৃত খুব ভারী বর্ণহীন তরল পদার্থ। উহার ঘনত্ব ১৮৪৮ [ ১৫ সেন্টি ]। শতকরা ৯৮ ভাগ অ্যাসিড ও ১৭ ভাগ জল, এইরূপ মিশ্রণটিকেই “গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড” বলা হয়। ইহার স্ফটনাক ৩০৮ সেন্টিগ্রেড এবং ইহাকে পালিত কবিলেও উহাদেব অল্পপাতের কোন পরিবর্তন হয় না।

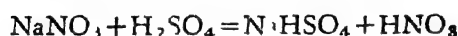
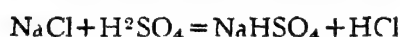
লোহিত-তপ্ত মিলিকা নবাব ভিতর দিয়া সালফিউরিক অ্যাসিড বাষ্পাবস্থায় পরিচালিত কবিলে উহা বিযোজিত হইয়া যায়।



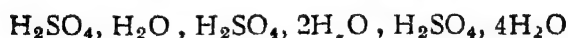
(২) সালফিউরিক অ্যাসিড একটি তীব্র দ্বিধাণী অম। উহা দুই বকম লবণ ও জল উৎপাদন করে।



ক্লোরাইড, নাইট্রেট প্রভৃতি অক্সিজেন দ্বারা অ্যাসিডের লবণ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত কবিলে ঐ সকল অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



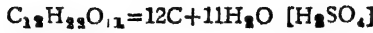
(৩) সালফিউরিক অ্যাসিডের জলের প্রতি আকর্ষণ খুব বেশী। কম উষ্ণতায় উহা জলের সহিত বিভিন্ন সোদক স্ফটিকেব স্ফটিক করে -



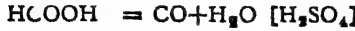
গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড সর্বদাই জলীয় বাষ্প শোষণ করে। এই জন্যই শোষণকাধাবে উহা ব্যবহৃত হয়। অনেক গ্যাসও শুষ্ক করার জন্য উহার ভিতর দিয়া পরিচালিত করা হয়।

শুষ্ক ইহাই নয়, অনেক জৈব-পদার্থেব অণু হইতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড জল শোষণ করিয়া লইয়া উহাকে বিযোজিত কবিয়া দেয়। চিনি, স্টার্চ প্রভৃতি গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে দিলে কার্বনে পরিণত হইয়া যায়। ফর্মিক

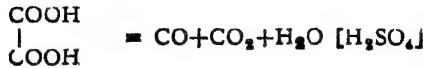
অ্যাসিড হইতে কার্বন মনোক্সাইড এবং অক্সালিক অ্যাসিড হইতে CO এবং CO<sub>2</sub> পাওয়া যায় :—



চিনি

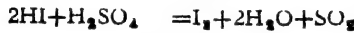


ফর্মিক অ্যাসিড



(অক্সালিক অ্যাসিড)

(৪) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডেব জারণ-ক্ষমতাও বিশেষ উল্লেখযোগ্য। পটাসিয়াম, আয়োডাইড ও পটাসিয়াম ব্রোমাইড হইতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড যথাক্রমে আয়োডিন ও ব্রোমিন উৎপন্ন করে।

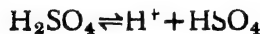


কার্বন, সালফার প্রভৃতি অধাতব মৌল এবং কপার, সিলভার, দ্রব প্রভৃতি ধাতব মৌলকেও যদি গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত যুটান হয় তাহা হইলে উহারা জারিত হইয়া থাকে এবং সালফিউরিক অ্যাসিড বিজারিত হইয়া সালফার ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়।

গোল্ড, প্লাটিনাম প্রভৃতি বরধাতু সালফিউরিক অ্যাসিডে আক্রান্ত হয় না।

(৫) সালফিউরিক অ্যাসিডের অত্যন্ত লঘু দ্রবণ নিম্নলিখিত রূপে বিয়োজিত হয়।  $H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{--}$

কিন্তু গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের তাড়িত-বিযোজন অল্পরূপ



উহার তাড়িত বিশ্লেষণে হাইড্রোজেন ও পার-ডাই-সালফিউরিক অ্যাসিড (H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) পাওয়া যায়।



২২-২৬। সালফিউরিক অ্যাসিড ও সালফেটের পরীক্ষা : কোন

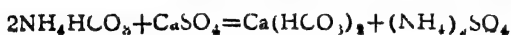
সালফেট বা সালফিউরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণের সহিত বেরিয়াম নাইট্রেটের দ্রবণ মিশ্রিত

করিলে সাদা বেরিয়াম সালফেট অবশিষ্ট হইবেই। এই বেরিয়াম সালফেট গাঢ় হাইড্রোক্সিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয়।  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaNO}_3$

যদি কোন সালফেট জলে অদ্রব হয়, তাহা হইলে উহাকে প্রথমে কঠিন সোডিয়াম কার্বনেটের সহিত মিশাইয়া উত্তপ্ত করিয়া গলাইয়া লইতে হইবে। পরে উহার জলীয় দ্রবণ ছাকিয়া লইয়া অম্লীকৃত করিয়া গোঁরখাম নাফ্রট দ্বারা পরীক্ষা করিতে হইবে।

২২২। অ্যামোনিয়াম সালফেট,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  : আমাদের দেশের জমির উৎপাদন শক্তি বৃদ্ধি করার জন্য কৃত্রিম সার প্রয়োগ করা একান্ত প্রয়োজন এবং বিশেষজ্ঞেরা এজন্য অ্যামোনিয়াম সালফেট ব্যবহার করিতে নিদেশ দিয়াছেন। অ্যামোনিয়াম সালফেট নাধারণতঃ অ্যামোনিয়া ও সালফিউরিক অ্যাসিড সংযোগে প্রস্তুত হয়। কিন্তু ভারতে কোন সালফারের খনি নাই এবং প্রচুর পরিমাণে নালাফারক অ্যানিড প্রস্তুত করা অসম্ভব। সেজন্য অপর দেশের উপর নির্ভর করিতে হয়। ধান রোপণে জিপসাম,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  বা অ্যানহাইড্রাইট  $\text{CaSO}_4$  অর্থাৎ ক্যালসিয়াম সালফেট খনিজ প্রচুর পাওয়া যায়। এই জন্ত আমাদের প্রয়োজনীয় অ্যামোনিয়াম সালফেট তৈয়ারী করার জন্য অবসরন করা হইতেছে।

স্টীম, বায়ু ও বিহারের বোঝা হইতে হেভার প্রণালী অনুযায়ী অ্যামোনিয়া তৈয়ারী করা যাইতে পারে। এই অ্যামোনিয়া কার্বনিক অ্যাসিড সহযোগে  $(\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})$ , অ্যামোনিয়াম বাইকার্বনেটে পরিণত করা হয়। অ্যামোনিয়াম বাইকার্বনেট দ্রবণ বিচূর্ণ জিপসামের সহিত উপযুক্ত উষ্ণতায় বিক্রিয়া করিয়া থাকে। হঠাৎ হইতে অ্যামোনিয়াম সালফেট পাওয়া যায়।



এই ভাবে অ্যামোনিয়াম সালফেট প্রস্তুত করিয়া সালফারের প্রয়োজন হয় না এবং আমাদের দেশকে পরমুখাপেক্ষী হইতে হয় না। উপজাত ক্যালসিয়াম কার্বনট ও থানিকটা সার হিসাবে এবং অধিকাংশই সিমেন্ট শিল্পে ব্যবহৃত হইতে পারিবে। ধানবাদের নিকটবর্তী সিল্করীতে এই জন্ত কৃত্রিম সারের প্রথম কারখানা স্থাপিত হইয়াছে।

মাধ্যমিক রসায়ন বিজ্ঞান  
দ্বিতীয় ভাগ





# তৃতীয় খণ্ড

## জৈব-রাসায়ন

### ত্রয়োবিংশ অধ্যায়

#### কার্বন ( অঙ্গারক )

সংস্কৃত, C

পারমাণবিক গুরুত্ব, ১২.০১।

ক্রমাঙ্ক, ৬।

প্রকৃতিতে প্রচুর কার্বন মৌলবহুয় পাওয়া যায়। হীরক, গ্র্যাফাইট, কয়লা প্রভৃতিতে কার্বন মৌলিক অবস্থায় আছে। কার্বনের বহুরকম যৌগিক পদার্থও প্রকৃতিতে প্রচুর দেখা যায়। প্রাণী ও উদ্ভিদজগতের অধিকাংশ পদার্থই কার্বনের যৌগ। জীবদেহের প্রোটিন কার্বোহাইড্রেট, স্নেহজাতীয় পদার্থগুলি কার্বনের যৌগ। খনিজ পেট্রোলিয়াম, চূনাপাথর প্রভৃতিও কার্বনের যৌগ।

২৩-১। কার্বনের বহুরূপতা : কার্বন বহুরূপী মৌল, সুতরাং উহা নানা অবস্থায় থাকিতে পারে। উহার বিভিন্ন রূপভেদের দুইটি শ্ৰুটিকাকার এবং অপরগুলি অনিয়তাকার। ডায়মণ্ড ( হীরক ) এবং গ্র্যাফাইট শ্ৰুটিকাকার। অনিয়তাকার কার্বন মোটামুটি পাঁচ রকমের :

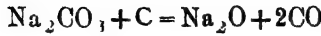
- (১) প্রাণিজ অঙ্গার ( Animal charcoal )
- (২) উদ্ভিজ্জ অঙ্গার ( Wood charcoal )
- (৩) ভূসা কয়লা ( Lampblack )
- (৪) গ্যাস কার্বন ( Gas carbon )
- (৫) কোক ( Coke )

বাহ্যতঃ এই বিভিন্ন রকমের কার্বনের ভিতর যথেষ্ট পার্থক্য দেখা যায়। হীরক ও ভূসাকয়লার ভিতরে কোনই সাদৃশ্য নাই। কিন্তু সমপরিমাণ ওজনে বিভিন্ন প্রকারের কার্বন লইয়া যদি জাবিও করা হয় তবে সবক্ষেত্রেই কেবলমাত্র কার্বন-ডাই-অক্সাইড পাওয়া যায় এবং উহার পরিমাণও একই হইয়া থাকে। এই বিভিন্ন পদার্থগুলি যে একই মৌলের ভিন্ন ভিন্ন প্রকারভেদ মাত্র ইহাই তাহার প্রমাণ।

২৩২। ডায়াসগু (হীরক) : দক্ষিণ আফ্রিকা, ভারতবর্ষ (গোলকুণ্ডা), ব্রাজিল প্রভৃতি স্থানে হীরক পাওয়া যায়। দক্ষিণ-আফ্রিকার হীরক মাটির নীচে পাথরের সহিত মিশ্রিত থাকে। খনি হইতে পাথরগুলি তুলিয়া আনিয়া প্রথমে কেলিয়া রাখা হয়। জলবাধুতে এই সব পাথর খানিকটা ভাঙিয়া যায়। পরে উহাকে চূর্ণ করিয়া জলের সঙ্গে মিশ্রিত করিয়া চর্বিমাখান টেবিলের উপর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। ভারী ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র হীষকের টুকরাগুলি নীচে থিতাইয়া গিয়া চর্বিতে আটকাইয়া থাকে, এইভাবে মাটি হইতে হীরক উদ্ধার করা হয়। ভারতবর্ষে কোন কোন নদী-তীরস্থ বালুকার সঙ্গে ছোট ছোট হীরক থাকে, এবং অনুরূপ উপায়েই উহা সংগৃহীত হয়। হীরক ক্ষটিকগুলি অষ্টতল অথবা সমকোণী ষট্‌তল ক্ষটিকাকারে পাওয়া যায়। সাধারণতঃ ক্ষটিকগুলি খুবই ছোট থাকে, কিন্তু কখন কখন খুব বড় হীরকও দেখা যায়, যেমন কোহিনূর (১৮৬ ক্যারাট), কুলিয়ান (৩০৩০ ক্যারাট), হোপ (৪৪'৫ ক্যারাট), ইত্যাদি। হীরকের ওজন ক্যারাট হিসাবে মাপা হয়, এক ক্যারাট = ০'১০০ গ্রাম। বিশুদ্ধ হীষক অবশ্য অতিশয় স্বচ্ছ এবং বর্ণহীন, কিন্তু প্রায়ই হীরকেব সহিত অগ্নাঙ্ক পদার্থ স্বল্প পরিমাণে মিশ্রিত থাকে বলিয়া স্বচ্ছ হইলেও উহার নানাবর্ণের হইয়া থাকে। বর্ণহীনতা ও স্বচ্ছতার দ্বারাই হীরকেব মূল্য নির্ধারিত হয়। হীরকের টুকরাগুলি কাটিয়া বহুতল করিলে কোণ বৃদ্ধির সঙ্গে উহার উজ্জ্বলতাও অত্যন্ত বৃদ্ধি পায়। এইভাবে সাধারণ হীষক বহুমূল্য নত্রে পরিণত হয়। সময় সময় কাল হীরকও পাওয়া যায়, উহাদিগকে কার্বোনাডা এবং বোর্ট (Carbonado and Bort) বলে। রত্ন হিসাবে ইহাদের কোন দাম নাই। বিচূর্ণ অবস্থায় ইহার পাথর কাটার কাজে অথবা পালিশের কাজে ব্যবহৃত হয়।

কার্বনের রূপভেদগুলির মধ্যে হীষক সর্বাপেক্ষা ভারী, ইহার ঘনত্ব, ৩'৫, ইহার প্রতিসরাঙ্কও খুব বেশী। হীরক তাপ অথবা বিদ্যুৎ পরিবহন করিতে পারে না। হীরক অত্যন্ত শক্ত এবং হীরকের অপেক্ষা অধিকতর শক্ত বস্তু আর নাই। রঞ্জনরশ্মি হীষকের ভিতর দিয়া যাইতে পারে, কিন্তু রুদ্রিম কাচ প্রভৃতির ভিতর দিয়া যাইতে পারে না। ইহার সাহায্যেই হীরক ও অগ্নাঙ্ক স্বচ্ছ কাচের পার্থক্য ধরা পড়ে। রাসায়নিক বিকারক দ্বারা হীরক বিশেষ আক্রান্ত হয় না। অক্সিজেনে অত্যধিক উষ্ণতায় অবশ্য ইহা জারিত হইয়া

কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। গলিত সোডিয়াম কার্বনেট দ্বারা ইহা আক্রান্ত হয় :—

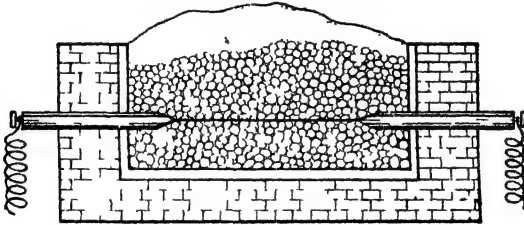


হীলকেব ব্যবহার। শক্ত বলিয়া হীরক কাচ এবং অন্যান্য অনেক জিনিস কাটার জন্য ব্যবহৃত হয়। হীরকচূর্ণ পালিশের কাজে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু অধিকাংশ ভাল হীরকই বড় হিসাবে ব্যবহৃত হয়

২৩-৩। গ্রাফাইট : গ্রাফাইট নামটি গ্রীক “গ্র্যাফো” (grapho) শব্দ হইতে উদ্ভূত [ grapho অর্থ [ write—“যে লেখে” ]। উহা কাগজে দাগ দিতে পাবে বলিয়া এই নামকরণ। বস্তুতঃ, সাধারণ “সাঁস পেনসিল” বা কার্ঠেব পেনসিলে সাঁসা নাই, উহাব ভিতবে গ্রাফাইট কার্বন আছে।

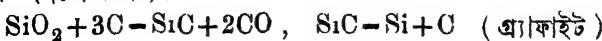
সিংহল, সাইবেরিয়া, যুক্তরাজ্য ও ইতালীতে গ্রাফাইট পাওয়া যায়। কাল ষট্ঠকোণী ক্ষটিকাবাবে ইহা থাকে। বি ভন্ন ব্যবহারিক প্রযোজনে ইহাব চাহিদা এত বেশী যে আজকাল কৃত্রিম উপায়ে গ্রাফাইট তৈয়াবী কবা হয়।

“অ্যাকেসন পদ্ধতি” : অসিসহ ইষ্টক নিমিঃ একটি প্রকাণ্ড চুল্লিতে বিচূর্ণ বোক এবং সিংকাব ( বায়ু ) মিশ্রণ অন্যানিক উষ্ণতায গাপিত কবা হয়। বিপরীত দিব হতে চুলাব। ৬তব গ্রাফাইটেবহ দুটি ওডিং দ্বাব প্রবেশ কবান



চিত্র ২৩-৩—অ্যাকেসন পদ্ধতিতে গ্রাফাইট প্রস্তুতি

থাকে এবং ওডিং বহনবে জন্ত এই ওডিং-দ্বাব দুইটিব ভিতব কয়েকটি দীর্ঘ গ্রাফাইট দণ্ড দেওয়া হয়। উহাদেব ভিতব দিয়া পবিবর্তী বিদ্যুৎ-প্রবাহ পরিচালিত কবা হয়। এষ্টরূপে সমগ্র মিশ্রণটিকে প্রায় ৪০০০° সেণ্টিগ্রেড পর্যন্ত উত্তপ্ত কবা হয়। বিকিরাব ফলে প্রথমে সিলিকন কার্বাইড উৎপন্ন হয়, পরে অতিরিক্ত উষ্ণতায উহা বিযোজিত হইয়া গ্রাফাইট কার্বনে পরিণত হয়। ( চিত্র ২৩ক )।



গ্রাফাইট গাঢ় ধূসরবর্ণের ক্ষটিকাকার পদার্থ। উহার কিছু ধাতুর মত একটি ছাতি আছে। গ্রাফাইট বেশ নরম এবং স্পর্শ করিলে পিচ্ছিল বা তৈলাক্ত বলিয়া মনে হয়। ইহা ঘনত্ব ২.২। গ্রাফাইট অধাতব হইলেও উহা বিদ্যুৎ ও তাপ বহন করিতে সক্ষম।

অগ্নিজেলে উৎপন্ন করিলে অবশ্য গ্রাফাইট পুড়িয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হইয়া যায়। কিন্তু সাধারণ রাসায়নিক বিকারক ইহাকে আক্রমণ করিতে পারে না।

গ্রাফাইটের ব্যবহার : (১) অনেক যন্ত্রে তেল অথবা জলের সঙ্গিত মিশ্রিত করিয়া গ্রাফাইটচূর্ণ পিচ্ছিনকাবক (lubricant) হিসাবে ব্যবহৃত হয়। (২) গ্রাফাইটের সাহায্যে এখন বড় বড় ধর্ম পর তৈয়ারী করা হয়। উহার অত্যধিক উষ্ণতা সহ্য করিতে পারে। (৩) সীস পেনসিল তৈয়ারী করার জন্য গ্রাফাইট প্রয়োজন হয়। (৪) বিদ্যুৎ-চুল্লীতে এবং অনেক বিদ্যুৎ-বিদ্যেয়ণে গ্রাফাইট-দণ্ড তড়িৎ-হার হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

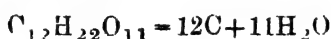
## ২৩৪। অনিশ্চিতাকার কার্বন :

(১) উদ্ভিজ্জ-অঙ্গার (কাঠ কয়লা) : কাঠ আংশিকভাবে পোড়ান হইলে উহা হইতে কাল অঙ্গার পাওয়া যায়। ইহাকে কাঠকয়লা বলে—স্পষ্টতঃই ইহা উদ্ভিদ-জাত অঙ্গার। সচবাচব কাঠের অন্তর্ধূমপাতনের দ্বারা উদ্ভিজ্জ-অঙ্গার প্রস্তুত করা হয়। মাটির ভিতর বড় গর্ত কবিয়া উহা কাঠের টুকরা দ্বারা পূর্ণ করা হয়। উপরেও উহা মাটি দিয়া ঢাকিয়া রাখা হয়, কেবলমাত্র গ্যাস বাহিব হইয়া যাওয়াব জন্য একটি পথ বাধা হয়। তৎপর কাঠে আগুন ধবাইয়া দেওয়া হয়। খানিকটা কাঠ পুড়িয়া যায় বটে, কিন্তু উহার উত্তাপে বাকী কাঠ হইতে উদ্বায়ী বস্তুসকল বাহিব হইয়া আসে এবং কাঠ অঙ্গারে পরিণত হয়। বর্তমানে আরও উন্নত প্রণালীতে কাঠের অন্তর্ধূমপাতন করা হয়। আবদ্ধ লোহার বকযন্ত্রে কাঠের টুকরা বোকাই করিয়া উহাকে প্রায় ৩০ ঘণ্টা উত্তপ্ত করা হয়। বাতাস ইহার সম্পর্শে আসিতে পাবে না। বকযন্ত্রটি উপরে একটি নির্গম-নল থাকে, সেই পথ দিয়া বিয়োজনের ফলে যে সকল উদ্বায়ী বস্তু উৎপন্ন হয় তাহা বাহির ইয়া যায় এবং বকযন্ত্রের ভিতর অঙ্গার পড়িয়া থাকে। উদ্বায়ী পদার্থসমূহকে পাণ্ডা করিলে উহার খানিকটা ঘনীভূত হইয়া তরল হয়, বাকী গ্যাস সঞ্চয়

## কার্বন

করিয়৷ রাখা হয়। তরল পদার্থটুকুর দুইটি অংশ থাকে—(১) জলীয় অংশ, ইহাকে পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড বলে। ইহা হইতে মিথাইল অ্যালকোহল, অ্যাসেটিক অ্যাসিড, অ্যাসিটোন প্রভৃতি পাওয়া যায়। (২) আলকাতরার অংশ, ইহা হইতে ফিনোল জাতীয় শূল্যবান পদার্থ পাওয়া যায়। যে গ্যাস ঘনীভূত হয় নাই, উহা জালানীরূপে ব্যবহৃত হয়। কাঠের বিযোজিত পদার্থগুলির মোটামুটি পরিমাণ : কাঠ কয়লা—২৫%, গ্যাস—২০/-২৫%, জলীয় পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড—৫০%-৫২%, আলকাতরা—৪%-৫%।

নারিকেলের মালাও অল্পরূপভাবে বাতাসের অল্পপস্থিতিতে অস্থূর্মপাতন করিলে অনিয়তাকার অঙ্কারে পরিণত হয়। স্বল্প পরিমাণে বিস্তৃত উদ্ভিজ্জ-অঙ্কার প্রয়োজন হইলে চিনির অস্থূর্মপাতনদ্বারা তৈয়ারী করা হয়। অতিরিক্ত উষ্ণতায় চিনি বিযোজিত হইয়া যায়।



উদ্ভিজ্জ-অঙ্কার কালো অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ। কিন্তু পদার্থটি সরু, ফলে ইহাব অভ্যন্তরে যথেষ্ট পরিমাণ বায়ু থাকে। সেইজন্য জল অপেক্ষা ভারী হওয়া সত্ত্বেও ইহা জলে ভাসে। ইহাব ঘনত্ব ১.৪-১.২। ইহার বিদ্যুৎ বা তাপ বহন ক্ষমতা মোটেই নাই।

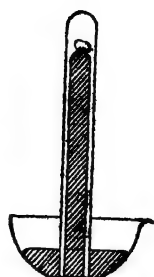
গ্যাসীয় পদার্থগুলি অনেক সময় কঠিন বস্তুব গায়ে আসিয়া জড়ীভূত হইয়া থাকে। এই গ্যাসগুলি বস্তুতঃ কঠিন পদার্থে দ্রবীভূত হয় না, কিংবা অভ্যন্তরেও প্রবেশ কবে না, কেবলমাত্র পৃষ্ঠদেশে আকৃষ্ট হইয়া লাগিয়া থাকে। এই প্রক্রিয়াকে বহির্গতি (adsorption) বলে।

গ্যাস ছাড়াও এই সকল কঠিন পদার্থ কোন দ্রবণ হইতে দ্রাবটিকে বহির্গত করিয়া রাখিতে পারে। বহির্গতিতে অবস্থানগত সংযোগ ঘটে বটে, কিন্তু কোন রাসায়নিক সংযোগ হয় না। কাঠ-কয়লার বহির্গতি-ক্ষমতা খুব বেশী। ভিন্ন ভিন্ন গ্যাসকে উহা বিভিন্ন পরিমাণে বহির্গত করিয়া রাখে। যেমন এক গ্রাম নারিকেলের অঙ্কারে, ০° ডিগ্রী উষ্ণতায় ও প্রমাণ চাপে অ্যামোনিয়া—১৭২ ঘনায়তন, কার্বন-ডাই-অক্সাইড—৬৮ ঘনায়তন, ইথিলীন—৭৫ ঘনায়তন ইত্যাদি পরিমাণ গ্যাস বহির্গত হইয়া থাকে।

একটি সহজ পরীক্ষা দ্বারা কাঠ-কয়লার বহির্ধ্বতি বুঝা যায়।

**পরীক্ষা :** পারদের উপরে একটি টেস্টট্যুবে খানিকটা অ্যামোনিয়া লও। এক টুকরা কাঠ-কয়লা বেশ উত্তমরূপে গরম করিয়া পারদের ভিতর দিয়া গ্যাসেব ভিতর প্রবেশ করাইয়া দাও (চিত্র ২৩খ)। কয়েক মিনিটের মধ্যেই দেখা যাইবে গ্যাসটি অস্বহিত হইয়া সম্পূর্ণ নলটি প্রায় পারদে পূর্ণ হইয়া গিয়াছে। কার্বনের বহির্ধ্বতির ফলেই ইহা সম্ভব।

কার্বনের অঙ্গার যদি অল্প একটু বাতাসে বা স্টীমে  $C \cdots O \cdots$  পেস্টিগ্রেড পৰ্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া লওয়া হয় তবে উহার বহির্ধ্বতি-ক্ষমতা অনেক বৃদ্ধি পায়। উহাকে 'সক্রিয় অঙ্গার' (active charcoal) বলে। 'গ্যাস মাস্ক' (Gas-mask) ইহা ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ২৩খ—কাঠ-কয়লার বহির্ধ্বতি

কাঠ-কয়লা অবশ্যই জ্বালানী হিসাবে বহুল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

(২) **প্রাণিজ অঙ্গার :** জীবজন্তুর হাড়ের ছোট ছোট টুকরা প্রথমে জলে ফুটাইয়া লওয়া হয়। ইহাতে উহার চর্বি দূর হয়। তৎপর এই হাড়গুলি বাতাসের অবর্তমানে অস্তর্ধূমপাতন করা হয়। উদ্বায়ী পদার্থগুলি গ্যাস হইয়া বাহির হইয়া যায়। এই গ্যাস ঘনভূত করিয়া 'বোন-অয়েল' (Bone oil) ও অজ্ঞাত দ্রব্য পাওয়া যায়। হাড়গুলি ঘন কালো একটি অনিয়তাকার চূর্ণ পদার্থে পরিণত হয়। ইহাই প্রাণিজ-অঙ্গার। ইহার আর একটি নাম বোন-ব্ল্যাক (Bone black)। ইহাতে অবশ্য যথেষ্ট পরিমাণ ক্যালসিয়াম ফসফেট মিশ্রিত থাকে। এই উপায়ে রক্তেব অস্তর্ধূমপাতন করিলেও ঐরূপ কালো অঙ্গারচূর্ণ পাওয়া যায়। প্রাণিজ-অঙ্গারের বাহির্ধ্বতি-ক্ষমতা খুব বেশী।

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সাহায্যে প্রাণিজ-অঙ্গারের ফসফেট দ্রবীভূত করিয়া পৃথক করিলে খুব কালো কার্বন পড়িয়া থাকে—উহাকে আইভরি ব্ল্যাক (Ivory black) বলে।

**পরীক্ষা :** একটি টেস্টট্যুবে নোলেব লঘু দ্রব লও। উহাতে সামান্য-একটু অঙ্গারচূর্ণ মিশাইয়া দ্রবটি ফুটাইয়া লও। তৎপর উহাকে ফিটাব কাগজে ছাঁকিলে দেখিবে পকিস্তটি বর্ণহীন হইয়া গিয়াছে। অর্থাৎ অঙ্গার নীলকে লবণ হইতে বহির্ধূত করিয়া লইয়াছে। এইভাবে অঙ্গারের সাহায্যে বাজারের চিনি বা লবণের সহিত মিশ্রিত অপদ্রব্য বা বস্তু দূর করা সম্ভব।

(৩) **ভুসা কয়লা :** তার্পিন তেল, কেবোসিন, পেট্রোলিয়াম, বেনজিন প্রভৃতি জৈব-জাতীয় যৌগ (যাহাতে কার্বনের পরিমাণ সমধিক) অনতিবিস্তৃত

বায়ুতে পোড়াইলে এক প্রকার কালো ধূম নির্গত হয়। ঠাণ্ডা কোন দেওয়ালে বা পাত্রের গায়ে উহা জমিয়া ঝুল বা ভুসার সৃষ্টি করে। ইহাই ভুসা কয়লা। ইহা অনিয়তাকার। ছাপার কালি, জুতাব কালি প্রভৃতিতে ইহা প্রয়োজন হয়। সাইকেলের রঙ ও পালিশেও ইহা দেওয়া হয়।

(৪) কোক কয়লা ও গ্যাস কার্বন : প্রকৃতিতে যে কয়লা পাওয়া যায় উহাতে কার্বনের সহিত যথেষ্ট পরিমাণ অন্যান্য জৈব-জাতীয় যৌগ মিশ্রিত থাকে। লোহার বকযন্ত্রে অথবা অগ্নিস্রষ্ট ইটের আবদ্ধ প্রকোষ্ঠে কয়লার অন্তর্ধূমপাতন করা হয়। ইহাব কলে জৈব-জাতীয় যৌগসমূহ বিয়োজিত হইয়া যায় এবং সমস্ত উদ্বায়ী পদার্থগুলি বাহির হইয়া যায়। বকযন্ত্রে যে কালো অম্লদায়ী কার্বন পড়িয়া থাকে তাহাকেই কোক-কয়লা বলা হয়। অত্যধিক উষ্ণতায় অন্তর্ধূমপাতন করিলে হার্ড-কোক (Hard coke) পাওয়া যায়। ইহা ধাতু-নিষ্কাশনে প্রয়োজন হয়। অপেক্ষাকৃত কম উষ্ণতায় অন্তর্ধূমপাতনের কলে যে কোক পাওয়া যায় উহা সফ্ট-কোক (Soft coke)। উহা সাধারণ রান্নাব কাজে ব্যবহৃত হয়।

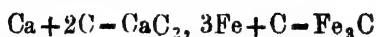
কয়লাব অন্তর্ধূমপাতনের সময়ে বকযন্ত্রেব উপবেব দিকে অপেক্ষাকৃত নীতল স্থানে খানিকটা কার্বন উর্ধ্বপাতত হইয়া জমিয়া থাকে। এই শক্ত, কালো, কঠিন অঙ্গার গ্যাস-কার্বন নামে পরিচিত। ইহাব ঘনত্ব, ১.৫৫। ইহা তাপ ও বিদ্যুৎপরিবাহী। তড়িৎ-বিশ্লেষণে তড়িৎদ্বাব রূপে ইহাব বহুল প্রয়োগ আছে। অনেক ব্যাটারীতে ক্যাথোড রূপে এবং আর্ক-দীপেব তড়িৎদ্বার হিসাবে ‘গ্যাস কার্বন’ ব্যবহৃত হয়।

২৩৫। অঙ্গারের রাসায়নিক বৈশিষ্ট্য কার্বনের রাসায়নিক সক্রিয়তা অপেক্ষাকৃত কম। অধিকতর উষ্ণতায় কার্বন অক্সিজেন বা বাতাসে পুড়িয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে জাবিত হয়। সালফার নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজনের সহিত উহা অবিক উষ্ণতায় সংযুক্ত হইয়া ভিন্ন ভিন্ন যৌগিক পদার্থ সৃষ্টি করে :—

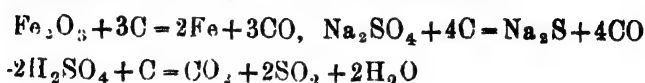




উত্তপ্ত ক্যালসিয়াম, আলুমিনিয়াম, আরয়ন প্রভৃতির সহিত যুক্ত হইয়া কার্বন ধাতব কার্বাইড উৎপাদন করে :—



লোহিত-তপ্ত অঙ্গার স্টীম বিয়োজিত করে এবং অধিক উষ্ণতার অক্সিজেন-বোঁগসমূহকে বিজ্ঞারিত করে :—

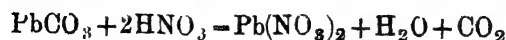
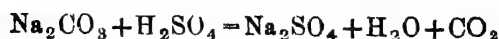
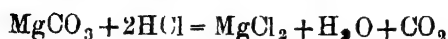


### কার্বনের অক্সাইডদ্বয়

কার্বনের দুইটি অক্সাইড আছে : কার্বন ডাই-অক্সাইড,  $\text{CO}_2$  এবং কার্বন-মনোক্সাইড, (CO)।

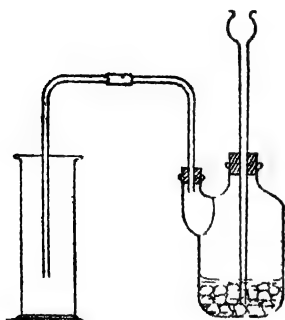
২৩-৬। কার্বন ডাই-অক্সাইডঃ পরিমাণে সামান্য হইলেও কার্বন ডাই-অক্সাইড বাতাসের একটি অতি মূল্যবান ও প্রয়োজনীয় উপাদান। বাতাসে ইহাব পরিমাণ মাত্র শতকরা ০.০৩ ভাগ। জীবজন্তুর নিঃশ্বাস হইতে এবং কাঠ, খড় প্রভৃতি জৈবজাতীয় পদার্থের জারণের ফলে বায়ুতে কার্বন ডাই-অক্সাইড সঞ্চারিত হয় এবং এই কার্বন ডাই-অক্সাইডের সাহায্যে উদ্ভিদ-জগতের অস্তিত্ব ও বৃদ্ধি বজায় থাকে। কোন কোন প্রস্রবণের জলের সহিত কার্বন ডাই-অক্সাইড বাহির হইতে দেখা যায়। জাভা ও ইতালীর কোন কোন অংশে ভূগত হইতেও অনেক সময় যথেষ্ট কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হয়।

২৩-৭। প্রস্তুতি : ল্যাবরেটরী পদ্ধতি : ধাতব কার্বনেট লবণের সহিত খনিজ অ্যাসিডের বিক্রিয়ার সাহায্যে কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত করাই সাধারণ রীতি। সমস্ত কার্বনেটেই অ্যাসিড দ্বারা আক্রান্ত হয় এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। যথা :—



সাধারণতঃ মার্বেল-পাথরের সহিত লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিশাইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড তৈয়ারী করা হয়। খানিকটা ছোট ছোট মার্বেল টুকরা

একটি উলফ-বোতলে লইয়া উহার মুখ দুইটি কক দ্বারা বন্ধ করা হয়। একটি ককের ভিতর দিয়া একটি দীর্ঘনাল-কানেল এবং অপরটিতে একটি নির্গম-নল থাকে। দীর্ঘনাল-কানেলের ভিতর দিয়া লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দেওয়া হয়। অ্যাসিড মার্বেল পাথরের সংস্পর্শে আসিলেই বিক্রিয়া আরম্ভ হয় এবং উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া থাকে। ইহা বায়ু অপেক্ষা প্রায় দেড়গুণ ভারী এবং ঝায়ুর উর্ধ্বপ্রশের দ্বারা গ্যাস-জাবে ইহা সংরক্ষণ করা হয় (চিত্র ২৩গ)।



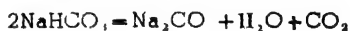
চিত্র ২৩গ -CO<sub>2</sub> প্রস্তুত



সালফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর দিয়া পরিচালিত করিয়া গ্যাসটিকে শুকাবস্থায় পারদেব উপর সংগ্রহ করা যাইতে পারে।

(১) এই প্রস্তুতিতে সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা সম্বাদীন নয়, কেননা প্রথমতঃ খানিকটা বিক্রিয়া হওয়ার পরই উৎপন্ন অস্বর্ণীয় ক্যালসিয়াম সলফেট মার্বেলের উপর জমিয়া বিক্রিয়াটি বন্ধ করিয়া দেয়। প্রয়োজনানুসারে (O<sub>2</sub> পাওয়ার জন্য) কিংবা সচরাচর ব্যবহৃত হয়। উহার বদলে-গোলকে মার্বেল পাথরের টুকরা থাকে এবং উপরে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দেওয়া হয়।

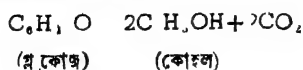
(২) সোডিয়াম বাই-কার্বনেট উত্তপ্ত কবিলে উহা বিযোজিত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। বিশুদ্ধ কার্বন ডাই-অক্সাইড পাওয়ার ইহাই প্রশস্ত উপায়।



(৩) ক্ষার-ধাতুর কার্বনেট এবং বেরিয়াম কার্বনেট ব্যতীত অন্যান্য সমস্ত কার্বনেটই উত্তাপে বিযোজিত হইয়া যায় এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড পাওয়া যায়। চুনাপাথরই এইজগৎ বেগে ব্যবহৃত হয় :-  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}$

প্রকৃতিতে ক্যালসিয়াম কার্বনেট,  $\text{CaCO}_3$  নানা অবস্থায় পাওয়া যায়, যথা—মার্বেল পাথর, চুনাপথ (লাইমস্টোন) বা খড়িমাটি (চক) ইত্যাদি। ইহাই প্রধানতঃ CO<sub>2</sub> উৎপাদনের প্রধান উপাদান এবং CO<sub>2</sub> শিল্প ইহার উপর নির্ভর করে।

(৪) উৎসেচকের সাহায্যে চিনির কোহলজাতীয় সন্ধানের কলেণ্ড (alcoholic fermentation) কার্বন ডাই-অক্সাইডের উদ্ভব হইয়া থাকে :-



## ২০৮। কার্বন ডাই-অক্সাইডের ধর্মঃ

(১) কার্বন ডাই-অক্সাইড একটি বর্ণহীন গ্যাস। ইহার একটি মৃদু-স্রাব এবং একটু অম্ল-স্বাদ আছে। চাপ বৃদ্ধি করিয়া সহজেই এই গ্যাসটিকে তরল করা যায়। স্টীলের সিলিণ্ডারে অতিরিক্ত চাপে তরল কার্বন ডাই-অক্সাইড রাখা হয় এবং হিমায়ক রূপে ব্যবহৃত হয়। তরল কার্বন ডাই-অক্সাইডকে সহসা বাষ্পীভূত করিতে গেলেই উহার থানিকটা জমিয়া কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। কঠিন কার্বন ডাই অক্সাইড সাধারণ চাপে ও উষ্ণতায় রাখিলে উর্ধ্বপাতিত হইয়া সোজাসুজি গ্যাসে পরিণত হয়। কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইড আজকাল হিমায়ক-রূপে প্রচুর ব্যবহার হইতেছে। ইহাকে “শুকনো বরফ” (Dry ice) বলা হয়।

(২) কার্বন ডাই-অক্সাইড নিজে দাহ্য নয় এবং অপর কোন বস্তুর দহনেও সহায়ক নয়। এই জন্য ছোট ছোট আগ্রিকাণ্ড নির্বাণ করিতে প্রায়ই কার্বন ডাই-অক্সাইড ব্যবহৃত হয়। অগ্নি-নির্বাপক যন্ত্রগুলির মধ্যে একটি কাচের বোতলে সালফিউরিক অ্যাসিড থাকে এবং বাকী স্থানটি সোডিয়াম কার্বনেটের গাঢ় দ্রবণে পূর্ণ থাকে। প্রয়োজনকালে বাহির হইতে একটি স্প্রিংয়ের

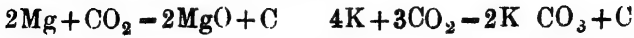


সাহায্যে ভিতরের কাচের বোতলটি ভাঙিয়া ফেলা হয়। অ্যাসিড সোডার সংস্পর্শে আসিয়া তৎক্ষণাৎ প্রচুর  $\text{CO}_2$  উৎপাদন কবে। জল ও গ্যাসের মিশ্রণ বেগের সহিত যন্ত্রের মুখ দিয়া বাহির হইয়া আসে। আগুনের উপর উহা নিক্ষেপ করা হয় এবং এত ভাবে অগ্নিনির্বাপন করা হয়। তেল বা পেট্রোলের আগুন নিভাইতে যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাহাতে ফর্টাকরি ও সোডিয়াম বাই-কার্বনেট থাকে এবং তাহা হইতে কেনাযুক্ত কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয় :

$$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaHCO}_3 = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 6\text{CO}_2$$

(৩) কার্বন ডাই-অক্সাইড দহন সহায়ক না হইলেও জ্বলন্ত ম্যাগনেসিয়াম বা পটাসিয়াম এই গ্যাসে যথারীতি জ্বলিতে থাকে। উহার কারণ, পটাসিয়াম বা ম্যাগনেসিয়াম দহন-কালে উষ্ণতা অত্যন্ত বৃদ্ধি পায় এবং তাহাতে কার্বন ডাই-অক্সাইড বিয়োজিত হইয়া অক্সিজেন

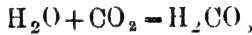
উৎপন্ন হয়। এই উৎপন্ন অক্সিজেন সাহায্যে ম্যাগনেসিয়াম জ্বলিতে থাকে। দহনের ফলে  $\text{CO}_2$  হইতে কালো কার্বন পাওয়া যায়। কার্বন ডাই-অক্সাইড যে কার্বনের যোগ ইহাই তাহার প্রমাণ।



কার্বন ডাই-অক্সাইডেব কোন বিযক্রিয়া নাই, কিন্তু উহাতে জীবজন্তু থাকিলে অক্সিজেন অভাবে শ্বাসকার্য বন্ধ হইয়া মারা যায়।

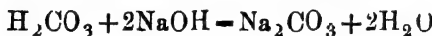
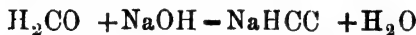
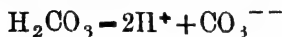
(৪) সাধারণ অবস্থায় কার্বন ডাই অক্সাইড জলে প্রায় সমাষতন পরিমাণে দ্রবীভূত হয়। কিন্তু চাপ বৃদ্ধি করিয়া উহার দ্রাব্যতা বৃদ্ধি বাডান যায়। অতিবিক্ত চাপে অধিক পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড জলে দ্রবীভূত কবিয়াই বাতাসিত জল, সোডা, লেমনেড প্রভৃতি তৈয়াবী হয়।

(৫) কার্বন ডাই-অক্সাইডেব জলীয় দ্রবণটি অম্ল-জাতীয়। উহা নীল লিটমাসকে ঝেৎ লাল করিয়া দেয়। ইহার কাবণ, কার্বন ডাই-অক্সাইড জলের সহিত যুক্ত হইয়া কার্বনিক অ্যাসিড নামক মৃদু অম্ল উৎপাদন কবে—



এবং এই জন্ত কার্বন ডাই-অক্সাইডকে অনেক সময় কার্বনিক অ্যাসিড গ্যাসও বলা হয়।

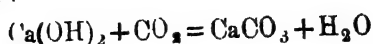
কেবল জলীয় দ্রবণেই কার্বনিক অ্যাসিড থাকে। জল হইতে পৃথক কবিয়া বিশুদ্ধ কার্বনিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা সম্ভব নয়। কিন্তু এই জলীয় দ্রবণে অ্যাসিডের সমস্ত গুণই বিদ্যমান থাকে। কার্বনিক অ্যাসিড বিক্ষারী অম্ল এবং উহা হইতে দুই প্রকার লবণের উৎপত্তি হয়—বাই-কার্বনেট ও কার্বনেট।



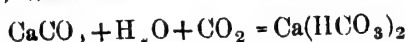
কার্বনিক অ্যাসিড মৃদু অম্ল এবং অতি সহজে বিযোজিত হইয়া  $\text{CO}_2$  গ্যাসে পরিণত হয় বলিয়া কার্বনেট বা বাই-কার্বনেট লবণ যে কোন তীব্র অম্ল দ্বারা আক্রান্ত হয় এবং  $\text{CO}_2$  উৎপাদন করে।

(৬) পৃথকই বলা হইয়াছে, কার্বন ডাই-অক্সাইড অম্ল-জাতীয় অক্সাইড। বিভিন্ন ক্ষার-দ্রবণ উহাকে শোষণ করে এবং উহার সহিত ক্রিয়া করিয়া কার্বনেট বা বাই-কার্বনেট লবণ উৎপন্ন করে। বিশেষতঃ চুনের জলের সহিত বিক্রিয়ার

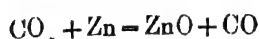
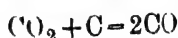
জলে অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয়। ইহাতে স্বচ্ছ চূনের জল ঘোলাটে হইয়া যায়। এই প্রক্রিয়ার সাহায্যেই সর্বদা কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরীক্ষা করা হয়।



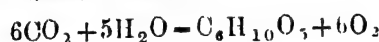
কিছু অতিরিক্ত পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস যদি ক্রমাগত চূনের জলে পরিচালিত করা হয়, তাহা হইলে ক্যালসিয়াম কার্বনেট ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেটে পরিণত হইয়া যায়। ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেট জলে দ্রবণীয়, সুতরাং ঘোলাটে চূনের জল আবার স্বচ্ছ হইয়া পড়ে। এই দ্রবণ ফুটাইলে আবার  $\text{CaCO}_3$  পাওয়া যায়।



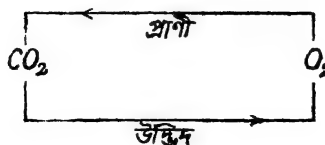
(৭) লোহিততপ্ত কার্বন, অথবা উত্তপ্ত জিঙ্ক, আয়রন-চূর্ণ প্রভৃতির দ্বারা কার্বন ডাই-অক্সাইড বিজারিত হইয়া কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয়।



(উদ্ভিদ-জগৎ বায়ু হইতে  $\text{CO}_2$  গ্রহণ করে। স্থ্যালোকে ক্লোরোফিল নামক প্রভাবকেব সাহায্যে কার্বন ডাই-অক্সাইড বিজারিত হইয়া শর্করা-জাতীয় পদার্থে পরিণত হয় এবং অক্সিজেন নির্গত হয়।



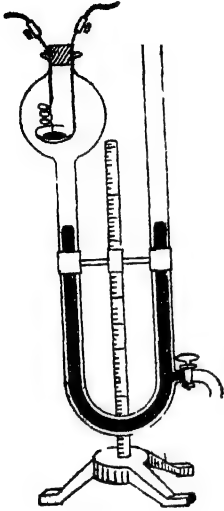
জীবজগৎ আবাব শ্বাসবার্থেব জগ বাতাসেব অক্সিজেন গ্রহণ কবে এক নিঃশ্বাসের সঙ্গে  $\text{CO}$  গ্যাস ফিবাইয়া দেয। এই ভাবে বাতাসে  $\text{CO}_2$  এবং অক্সিজেনেব ভিতব একটা সমতা রক্ষা হয়।



২৩-১। কার্বন ডাই-অক্সাইডের ব্যবহার : সমস্ত উদ্ভিদ-জগতের বৃদ্ধি ও অস্তিত্বের জন্য কার্বন ডাই-অক্সাইডের একান্ত প্রয়োজন। হিমায়ককালে আজকাল প্রচুর পরিমাণে কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইড ব্যবহৃত হয়। আগ্নেয়গিরির কাজে এবং বাতাসিত জল প্রস্তুত

করিতে কার্বন ডাই-অক্সাইডের প্রয়োজন সোডিয়াম কার্বনেট প্রস্তুত করিতেও কার্বন ডাই-অক্সাইডের প্রয়োজন হয়। ৮

কার্বন ডাই-অক্সাইডের আয়তন-সংযুক্তি ও সংকেতঃ সালফার ডাই-



চিত্র ২৩৮—(১) - গব  
সংযুক্তি-নিগম

অক্সাইডের আয়তন-সংযুক্তি-নির্ণয়ে যেকোন গ্যাসীয় যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, সেইরূপ যন্ত্রের সাহায্যেই কার্বন ডাই-অক্সাইডের আয়তন-সংযুক্তিও নির্ধারিত হয় (চিত্র ২৩৮)। অংশীকৃত একটি U-নলের একটি প্রান্ত গোলকের আকৃতি-বিশিষ্ট করিয়া লওয়া হয়। এই গোলকের কাচের ছিপির ভিতর দিয়া দুইটি শক্ত কপাষের তাব ভিতরে প্রবেশ করান থাকে। একটি তাবের শেষে গোলকের মধ্যস্থলে একটি ছোট চামচ থাকে। একটি সরু প্লাটিনাম-তাবেব কণ্ডলী দ্বারা এই চামচটি কপাষের অপর গাটটির সহিত সংযুক্ত করিয়া দেওয়া হয়। চামচের মূণ একটুখানি বিশুদ্ধ কার্বন-চূর্ণ লওয়া হয়। U-নলের অপর বাহুর নীচেব দিকে একটি স্টপকব থাকে। U-নলটি প্রথমে পারদে

ভরিয়া লওয়া হয়। অতঃপর পারদের উপরে, সম্পূর্ণ গোলকটি এবং U-নলের কিয়দংশ বিশুদ্ধ অক্সিজেনে পূর্ণ করিয়া লওয়া হয়। দুইটি বাহুর পানদ সমতলে আনিয়া ভিতবে অক্সিজেনকে বাহিবের বায়ুচাপে রাখা হয়। অতঃপর কপাষের তার দুইটির বাহিরের প্রান্তদ্বয় একটি ব্যাটারীর সহিত জুড়িয়া দেওয়া হয়। তড়িৎ-প্রবাহের ফলে সরু প্লাটিনাম তাবের কণ্ডলীটি লোহিততপ্ত হইয়া উঠে। এই তাপে চামচের অক্সাইড-চূর্ণ অক্সিজেন সহযোগে প্রজ্জ্বলিত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। বিক্রিয়া-শেষে যন্ত্রটিকে ব্যাটারী হইতে মুক্ত করা হয় এবং শীতল করিয়া উহাকে পূর্বতন উষ্ণতায় ফিরাইয়া আনা হয়। উভয় বাহুর পানদ সমতল করিলে দেখা যায়, কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপাদনের ফলে গ্যাসের আয়তনের কোন তাবতম, ঘটে নাই। অথচ খানিকটা অক্সিজেন ব্যয়িত হইয়াছে এবং তৎপরিবর্তে কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হইয়াছে, আয়তনের কোন হ্রাস-বৃদ্ধি হয় নাই। সুতরাং ব্যয়িত অক্সিজেন এক উৎপন্ন

$\text{CO}_2$  গ্যাসের আয়তন সমান। অর্থাৎ, কার্বন ডাই-অক্সাইডে সমায়তন পরিমাণ অক্সিজেন আছে।

সঙ্ক্ষেপে : দেখা বাহ্যেই,

১ ঘনসেণ্টিমিটার কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস x ঘনসেণ্টিমিটার অক্সিজেন থাকে।

১ ঘন . . . . . ১ . . . . .

অ্যাপারগেট্রো প্রকল্পাভূষণা, মনে কর প্রতি ঘনসেণ্টিমিটার যে কোন গ্যাসের উক্ত অবস্থায় অণুসংখ্যা = ১।

১ সংখ্যক কার্বন ডাই-অক্সাইড অণুতে ১ সংখ্যক অক্সিজেন অণু থাকে

১ টি . . . . . ১ টি

২ টি . . . . . ২ টি অক্সিজেন পরমাণু থাকে,

এই দ্বিযোগিক পরমাণু বস্তুকে যখন যাতে পান,  $\text{CO}_2$ ।

তাহা হলে ১২ + ১৬ = ২৮,  $1 \times 12 + 2 \times 16$ ।

বিস্তৃত কার্বন ডাই-অক্সাইডের ঘনত্ব ২৮,

অর্থাৎ আণবিক ভর,  $2 \times 22 = 44$

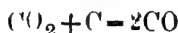
$1 \times 12 + 2 \times 16 = 44$ , অর্থাৎ  $1 = 1$ ।

সুতরাং কার্বন ডাই-অক্সাইডের সূত্র সংকেত,  $\text{CO}_2$ ।

কার্বন ডাই-অক্সাইডের গঠন সংযুক্তির বিষয় আমরা পূর্ণ আলোচনা করি।

২০-২০। কার্বন মনোক্সাইড,  $\text{CO}$ : সাধারণ অবস্থায় প্রকৃতিতে কার্বন মনোক্সাইড পায় দেখা যায় না। আগ্নেয়গিরি হইতে নির্গত গ্যাসে তা সল্প পরিমাণে কার্বন মনোক্সাইড থাকে। কোল গ্যাস, ওষাটাব গ্যাস, প্রতিউসার গ্যাস প্রভৃতি গ্যাসীকৃত জলানীতে অবশ্য কার্বন মনোক্সাইড থাকেই।

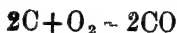
প্রস্তুতি : (১) প্রায়  $1000^\circ$  উষ্ণতা স্ফটিক উষ্ণতায় তাপিত কার্বনের উপর দিয়া বীবে বীবে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস প্রবাহিত করিলে উক্ত কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয় :—



চূনাপাথর ও কার্বন একত্র উত্তপ্ত করিলেও কার্বন মনোক্সাইড পাওয়া সম্ভব :—

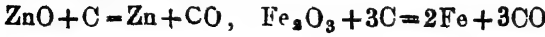


(২) অনতিবিকৃত বাতাসে বা অক্সিজেনে কার্বন বা কয়লা পোড়াইলে কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয় :—

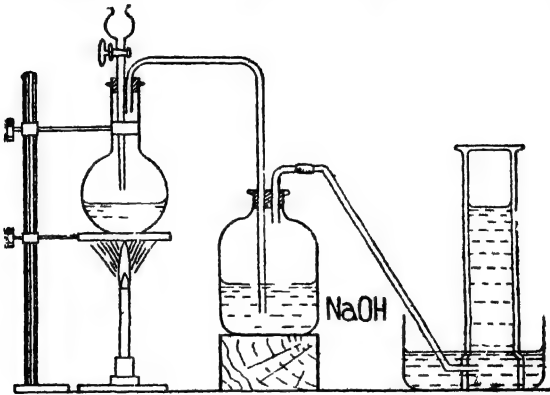


গুরু কার্বন নয়, অক্সিজেন অনেক জৈবজাতীয় পদার্থও এক্ষণে অপ্রচুর বাতাসে পোড়াইলে কার্বন মনোক্সাইড পাওয়া যায়। কয়লা পোড়ানোর সময় প্রায়ই উহার উপরে একটি ঈষৎ নাল দেখা যায়। উহা কার্বন মনোক্সাইডের প্রবল-জনিত।

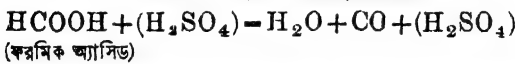
(৩) জিক্স অক্সাইড, আররন অক্সাইড প্রভৃতি কোন কোন ধাতব অক্সাইড অকার্যের সহিত মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে উহারা বিজারিত হইয়া যায় এবং কার্বন মনোক্সাইড উপজাত হয় :—



(৪) ল্যাবরেটরী পদ্ধতি : ল্যাবরেটরীতে সাধারণতঃ উষ্ণ ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহায়তায় ক্রমিক অ্যাসিড হইতে কার্বন মনোক্সাইড তৈয়ারী করা হয়। একটি কুপীতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড লইয়া উহাকে প্রায় ১০০° সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত তাপিত করা হয়। কুপীটির মুখে একটি কর্কের সাহায্যে একটি নির্গম-নল ও একটি বিন্দুপাতী-কানেল জুড়িয়া দেওয়া হয়। বিন্দুপাতী-কানেলটি হইতে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া ব্রমিক অ্যাসিডের গাঢ় দ্রবণ গরম সালফিউরিক অ্যাসিডের উপর ফেলিলে ইহা বিযোজিত হইয়া কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয়। উৎপন্ন কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস নির্গম-নল দিয়া



চিত্র ২৩৬—কার্বন মনোক্সাইড প্রস্তুতি

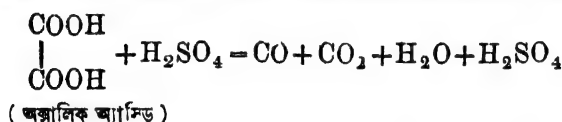


বাহির হইয়া যায়। এই গ্যাসটিকে যথারীতি জলের উপর সঞ্চিত করা যাইতে পারে। অনেক সময় গ্যাসটির সহিত কিঞ্চিৎ  $\text{SO}_2$  ও  $\text{CO}_2$  মিশ্রিত থাকে বলিয়া উহাকে কটিক পটাস বা সোডার দ্রবণের ভিতর দিয়া পরিচালিত করিয়া বিশুদ্ধ করা হয় (চিত্র ২৩৬)। অনাদ্র বিশুদ্ধ গ্যাস প্রয়োজন হইলে উহাকে কসকরাস পেটোক্সাইডপূর্ণ নলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিয়া শুদ্ধ করিয়া পারদের উপর সংরক্ষণ করা হয়।

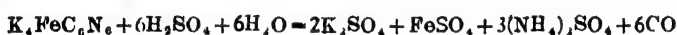


বস্তুতঃ, এই বিক্রিয়াতে সালফিউরিক অ্যাসিডের কোন পরিবর্তন ঘটে না। উহা কেবলমাত্র নিরুদকের কাজ করে এবং ফরমিক অ্যাসিড হইতে জল বিচ্ছিন্ন করিয়া উহাকে কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত করে।

ফরমিক অ্যাসিডের পরিবর্তে অক্সালিক অ্যাসিড হইতেও অল্পকণ উপায়ে কার্বন মনোক্সাইড প্রস্তুত করা যায়। বিচূর্ণ অক্সালিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত করিয়া একটি কুপীতে উত্তপ্ত করা হয়। ইহাতে কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উভয়েই উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন গ্যাস কঠিক পটাস দ্রবণের ভিতর দিয়া পরিচালিত করিলে কঠিক পটাস কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষণ করিয়া লয় এবং বিশুদ্ধ কার্বন মনোক্সাইড পাওয়া যায়।



(৫) পটাসিয়াম ক্রোমোসায়ানাইড অতিরিক্ত পরিমাণ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করিলেও বিশুদ্ধ কার্বন মনোক্সাইড পাওয়া যায়।



## ২৩-১১। কার্বন মনোক্সাইডের ধর্ম :

(১) কার্বন মনোক্সাইড বর্ণহীন, স্বাদহীন মুহুগন্ধযুক্ত গ্যাস। কার্বন মনোক্সাইডের জলে দ্রবণীয়তা খুবই কম। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড কিংবা অ্যামোনিয়াযুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণে কার্বন মনোক্সাইড সহজেই দ্রবীভূত হয়। বাস্তবিক পক্ষে কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণটি কার্বন মনোক্সাইডের সহিত একটি যুত-যোগিক সৃষ্টি করিয়া থাকে :—

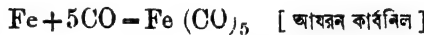
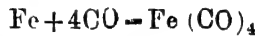
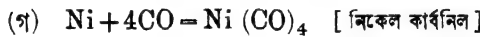
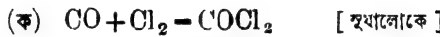


কার্বন মনোক্সাইড একটি বিষ। বাতাসের লক্ষভাগে একভাগ কার্বন মনোক্সাইড থাকিলেই উহার বিষক্রিয়া আরম্ভ হয়। যে বাতাসে শতকরা ০.৬ ভাগ কার্বন মনোক্সাইড আছে, তাহা কিছুকণ প্রাণসেব সহিত গ্রহণ করিলেই মৃত্যু হওয়ার সম্ভাবনা। কার্বন মনোক্সাইড রক্তের সহিত মিশিয়া উহার হেমোগ্লোবিন নামীয় পদার্থটিকে কার্বোক্সি-হেমোগ্লোবিনে পরিণত করে। ইহার ফলে রক্তের অক্সিজেন-বহন ক্ষমতা নষ্ট হইয়া যায় এবং অক্সিজেন অভাবে শ্বাসগ্রহণকারীর মৃত্যু ঘটে। অপ্রচুর বাতাসে কয়লা পোড়ানোর ফলে বা

কেরোসিনের ল্যাম্প বহুক্ষণ জ্বালানোর কলে আবদ্ধ ঘরে যে কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয় তাহাতে মৃত্যুর সংখ্যা খুব বিরল নহে।

(২) কার্বন মনোক্সাইড অপর বস্তুর দহন-সহায়ক নয়, কিন্তু উহা নিজেই দাহ্য। বাতাস বা অক্সিজেনে উহা একটি দীর্ঘশীল শিখাসহ জ্বলিতে থাকে এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণতি লাভ করে। এই বিক্রিয়াটি তাপ-উৎপাদী। কোল গ্যাস, ওয়াটার গ্যাস প্রভৃতি জ্বালানীতে যে কার্বন মনোক্সাইড থাকে তাহা এই ভাবেই তাপ উৎপাদন করে :  $2CO + O_2 = 2CO_2 + 136000 \text{ cal.}$

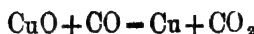
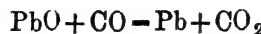
(৩) কার্বন পরমাণু চতুষ্বর্জী, কিন্তু কার্বন মনোক্সাইডে কার্বন দ্বিবর্জী পরমাণুর স্থায় ব্যবহার করে। সুতরাং এই যৌগটি অপরিপূর্ণ অবস্থায় আছে। এই কারণে উহা অত্যন্ত পরমাণুর সহিত মিলিত হইয়া সহজেই যুত-যৌগিকের সৃষ্টি করে। যথা :—



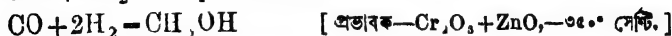
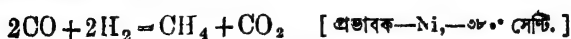
(৪) প্রায় ২০০° সেণ্টিগ্রেড উষ্ণতায় অতিরিক্ত চাপে কার্বন মনোক্সাইড কঠিন কল্টিক সোডার সহিত যুক্ত হয় এবং সোডিয়াম ফরমেট পাওয়া যায় :—



কার্বন মনোক্সাইড সহজে কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হইতে পারে বলিয়া, উহা অতিরিক্ত উষ্ণতায় বিজারকের কাজ করে। বিভিন্ন ধাতব অক্সাইড হইতে ধাতু-নিষ্কাশনে অথবা স্টীম হইতে হাইড্রোজেন উৎপাদনে (বস প্রণালীতে) কার্বন-মনোক্সাইডের এইরূপ বিজারণ-ক্রিয়া দেখা যায় :—

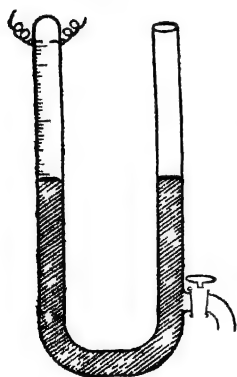


কিন্তু বিভিন্ন প্রভাবকের সাহায্যে কার্বন মনোক্সাইড হাইড্রোজেন দ্বারা বিজারিত হয়। যথা :—



২৩-১২। কার্বন মনোক্সাইডের পরীক্ষা : কার্বন মনোক্সাইড নীল শিখা সহকারে জ্বলিয়া থাকে এবং উহা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডযুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইডে দ্রবণীয়। এই দুইটি গুণের সাহায্যে এই গ্যাসটিকে সাধারণতঃ চেনা যায়। কিন্তু অল্প গ্যাসের সহিত সামান্য পরিমাণে মিশ্রিত থাকিলে উহাকে নিম্নরূপে পরীক্ষা করা হয়। অল্প একটু রক্ত জলের সহিত মিশাইয়া লবু করিয়া লইয়া উহাতে গ্যাসটি পরিচালিত করা হয় এবং এই রক্তের বর্ণালী চিত্র গ্রহণ করা হয়। -বিশুদ্ধ রক্তের এবং কার্বন মনোক্সাইড যুক্ত রক্তের পটি-বর্ণালী (Band spectrum) ভিন্ন রকমের। সুতরাং পটি-বর্ণালীট পরীক্ষা করিলেই কার্বন মনোক্সাইডের অস্তিত্ব জানা যাইতে পারে।

২৩-১৩। কার্বন মনোক্সাইডের সংযুতি ও সংক্ৰেতঃ আয়তন-সংযুতি : একটি অংশাক্ত U-আকৃতিবিশিষ্ট গ্যাসমান যন্ত্রের সাহায্যে ইহার আয়তন-সংযুতি নির্ধারণ করা হয়। এই গ্যাসমান যন্ত্রের একটি বাহুর মুখ বন্ধ থাকে এবং উহাতে দুইটি প্লাটিনাম তার লাগানো থাকে (চিত্র ২৩৫)। অপর বাহুর নীচের দিকে একটি স্টপকক থাকে। পারদের উপরে আবদ্ধ বাহুটিতে নির্দিষ্ট পরিমাণ শুষ্ক এবং বিশুদ্ধ কার্বন মনোক্সাইড সংগৃহীত করা হয়। তৎপর উহাতে প্রায় সমানতন পরিমাণ অক্সিজেন মিশ্রিত করা হয়। যে পরিমাণ অক্সিজেন দেওয়া হইল তাহার আয়তন অংশাক্ত নল



চিত্র ২৩৫—বায়ব  
আয়তন-সংযুতি

হইতেই জানা যাইতে পারে। অতঃপর গ্যাস-মিশ্রণের ভিতর একটি ব্যাটারী হইতে প্লাটিনাম-তার দুইটির সাহায্যে বিদ্যুৎস্রবণের সৃষ্টি করা হয়। ইহাতে কার্বন মনোক্সাইড অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। কার্বন ডাই-অক্সাইড ও অতিরিক্ত অক্সিজেন এই গ্যাস-মিশ্রণটিব আয়তনও নলটি হইতেই স্থির করা হয়। ইহার পর খানিকটা কঠিক পটাস এই গ্যাস-মিশ্রণে ঢুকাইয়া দিয়া উহার সমস্ত কার্বন ডাই-অক্সাইডটুকু শোষণ করিয়া লওয়া হয়। শুধু অতিরিক্ত-অক্সিজেন গ্যাস-অবস্থায় থাকে এবং ইহার আয়তনও অংশাক্ত নল হইতেই জানা যায়। সমস্ত আয়তনই একই চাপে ও উষ্ণতায় আনিয়া নির্ধারণ করিতে হইবে।

পাশাপাশি : মনে কর, কার্বন মনোক্সাইডের আয়তন  $= a$  ঘনসেটিমিটার  
 অক্সিজেন-মিশ্রিত গ্যাসের আয়তন  $= b$  "  
 বিদ্যাক্ষুবর্ণের পর গ্যাস মিশ্রণের ( $CO_2 + O_2$ ) আয়তন  $= c$  "  
 কস্টিক পটাস দ্বারা  $CO_2$  শোষণের পর অতিরিক্ত অক্সিজেনের আয়তন  $= d$  "  
 অতএব, মিশ্রিত অক্সিজেনের আয়তন  $= (b - a)$  ঘনসেটিমিটার  
 উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের আয়তন  $= (c - d)$  "  
 কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপাদনে ব্যয়িত অক্সিজেনের আয়তন  $= (b - a - d)$  "  
 অর্থাৎ  $a$  ঘনসেটিমিটার কার্বন মনোক্সাইড ( $b - a - d$ ) ঘনসেটিমিটার অক্সিজেনের সহিত  
 মিলিত হইয়া ( $c - d$ ) ঘনসেটিমিটার কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। সর্বদাই দেখা যায় এই  
 আয়তন-অনুপাতটি নিম্নরূপ :—

কার্বন মনোক্সাইড : অক্সিজেন : কার্বন ডাই-অক্সাইড  
 $2 : 1 : 2$

অর্থাৎ, কার্বন মনোক্সাইড সমায়তন কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হইতে অধায়তন পরিমাণ  
 অক্সিজেনের প্রয়োজন হয়। কিন্তু কার্বন ডাই-অক্সাইডে উহার নিজের সমায়তন পরিমাণ অক্সিজেন  
 থাকে। অতএব কার্বন মনোক্সাইডে উহাব নিজের আয়তনের অর্ধ পরিমাণ অক্সিজেন আছে।  
 ইহাই কার্বন মনোক্সাইডের আয়তন-সংযুতি। আমবা বলিতে পারি,

১ ঘনসেটিমিটার কার্বন মনোক্সাইডে ২ ঘনসেটিমিটার অক্সিজেন আছে অথবা, অ্যানাভোগাডে:  
 প্রকল্পানুযায়ী,

কার্বন মনোক্সাইডে  $p$  সংখ্যক অণুতে  $2p$  সংখ্যক অক্সিজেন অণু আছে।

কার্বন মনোক্সাইডের ১টি অণুতে ১টি অক্সিজেন পবমাণু আছে।

সুতরাং কার্বন মনোক্সাইডের সংকেত ধরা যাইতে পারে,  $CO$ ।

অর্থাৎ ইহাব আণবিক গুরুত্ব হইবে,  $12 \times 1 + 16$ । কিন্তু কার্বন মনোক্সাইডের ঘনত্ব  $= 1.9$

অথবা আণবিক গুরুত্ব  $= 28$

∴  $12 \times 1 + 16 = 28$ , অর্থাৎ ১ ১

∴ কার্বন মনোক্সাইডের সংকেত,  $CO$ ।

## চতুর্বিংশ অধ্যায়

### জৈব পদার্থ

২৪-১। জৈব-রাসায়ন ৪ চিনি, তৈল, মাখন, ঘৃত, ময়দা, স্পিরিট,  
 আটা ইত্যাদির ব্যবহার বহু প্রাচীনকাল হইতে চলিয়া আসিতেছে। ধূপ,  
 রক্তকন্দব্য, গন্ধকন্দব্য প্রভৃতির প্রচলনও বহুদিনের। এই সমস্ত বস্তুই উদ্ভিদ বা  
 জীবজগৎ হইতে পাওয়া যাইত। সুতরাং তখনকার দিনে লোকে মনে করিত,  
 এই সকল পদার্থ প্রাণশক্তির সাহায্যে জীবদেহে বা উদ্ভিদদেহেই কেবল পাওয়া

সম্ভব। সুতরাং এ সকল বস্তুকে জৈব পদার্থ বলা যাইতে পারে। পক্ষান্তরে চুন, লবণ, সোবা, হীরা কস, ফিটকারী ইহারা খনিজ দ্রব্য। অষ্টাদশ শতাব্দীতে ল্যাভয়সিয়ের প্রমাণ করেন যে যাবতীয় জৈবপদার্থই কার্বন-ঘটিত যৌগ। কার্বনের সহিত অধিকাংশ ক্ষেত্রেই হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন যুক্ত থাকে। সময় সময় নাইট্রোজেন, সালফার অথবা হ্যালোজেন ইত্যাদিও যুক্ত থাকিতে পারে। ১৮২৮ ঐন্টোখে উলার (Wohler) খনিজ-উদ্ভূত অ্যামোনিয়াম সায়ানেট হইতে ইউরিয়া (Urea) নামক জৈব পদার্থ প্রস্তুত করেন। ইহাব ফলে, প্রাণ-শক্তির স্রাবাবে জৈব পদার্থ সৃষ্টি হইতে পাবে না, এই অন্ধ বিশ্বাস দূরীভূত হইল। তাহার পর ল্যাববেটরীতেই শত শত জৈব পদার্থ প্রস্তুত হইয়াছে। সুতরাং জৈব পদার্থ বলিতে আমরা এখন কার্বন-ঘটিত পদার্থই বুঝি। কার্বন-যুক্ত যৌগের বাসায়নিক আলোচনাই জৈব-বাসায়ন।

কার্বনের অক্সাইডস্বরূপ এবং কার্বনেটগুলিকে সাধারণতঃ অজৈব রসায়নের অন্তর্গত বলিয়া ধরা হয়।

মৌলসমাজে কার্বনের একটি বিশেষ গুরুত্ব আছে। (১) কার্বনের যৌগিক পদার্থের সংখ্যা দশ লক্ষেরও অধিক। আব কোন মৌলের এত অধিক সংখ্যক যৌগ নাই। অতীত শতাব্দিক মৌলের সমস্ত যৌগ ধবিলে লক্ষ্যবিকও হইবে না। (২) কার্বনের বিভিন্ন শ্রেণীর যৌগের ভিত্তি সাদৃশ্য খুব বেশী। এই শ্রেণীগত সাদৃশ্যের জন্ত উহাদের পরিচয় সহজলভ্য। যেমন, সমস্ত কোহলেব ধর্ম একই রকম। (৩) প্রায়ই একই সংকেত দ্বারা বহু বিভিন্ন জৈব পদার্থের প্রকাশ সম্ভব। উহাদের সংযুক্তি কেবল বিভিন্ন রকমের (Isomerism), যথা—১০৫টি বিভিন্ন জৈব পদার্থের একই সংকেত  $C_{10}H_{16}O_3N$ । (৪) প্রায়ই এই জৈব পদার্থের অণুগুলিতে বহুসংখ্যক পরমাণু থাকে। যেমন, স্টার্চের অণুর সংকেত  $C_{1200}H_{2000}O_{1000}$ । কোন কোন জৈব পদার্থের আণবিক গুরুত্ব পাঁচ লক্ষেরও অধিক। এ বকম দৃষ্টান্ত অজৈব পদার্থের ভিতর পাওয়া যায় না।

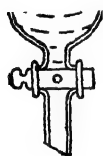
সাধারণ ব্যবহার্য অনেক পদার্থই, যেমন—তুলা, পশম, কাগজ, সিল্ক, পেট্রোল, সাবান, কুইনিন, পেনিসিলিন জাতীয় নানা ঔষধ, ভাইটামিন, রঞ্জক-দ্রব্য, শর্করা, স্নেহ, প্রোটিন জাতীয় পদার্থ—ইত্যাদি সবই কার্বন-ঘটিত যৌগ।

এই সকল কারণে কার্বনের যৌগগুলিকে পৃথকভাবে আলোচনা করা হয় এবং রসায়নের এই শাখাটিকে জৈব-রসায়ন।

২৪-২। জৈব পদার্থের বিশুদ্ধীকরণ : অনেক সময়েই একই শ্রেণীর যৌগগুলির রাসায়নিক ধর্ম একরূপ। উহাদের কোন একটির শুণাশুণ বিচার করিতে হইলে উহাকে সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া প্রয়োজন।

আংশিকপাতন, উষ্ণপাতন, দ্রবণ, ক্ষটিকীকরণ প্রভৃতির সাহায্যেই জৈব পদার্থকে বিশুদ্ধ করা হয়। সময় সময় দুই-একটি বিশেষ পদ্ধতি অবলম্বন করার প্রয়োজন হয়।

(ক) “দ্রাবক-নিষ্কাশন” (Solvent extraction): মিশ্র পদার্থের

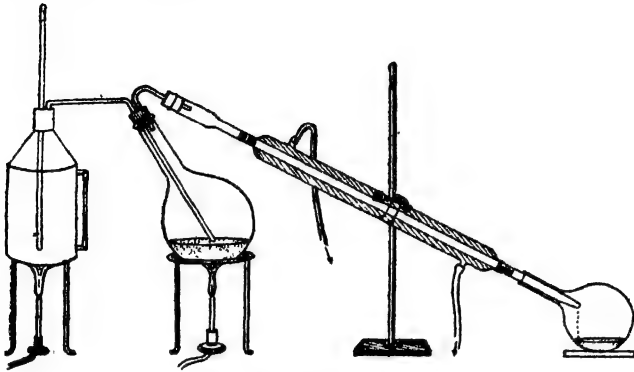


চিত্র ২৪ক

একাত্মিক উপাদানের একটি যদি কোন দ্রাবকে দ্রবীভূত হয় তবে সেই দ্রাবকেই সাহায্যে উহাকে উদ্ধার করিয়া বিশুদ্ধ করা যায়। ইথার, বেনজিন, ক্লোরোফর্ম, কার্বন টেট্রাক্লোরাইড প্রভৃতি দ্রাবক হিসাবে প্রায়ই ব্যবহৃত হয়। মনে কর, একটি মিশ্রণে অ্যালকোহল ও ক্লোরোফর্ম আছে। মিশ্রণটি একটি পৃথকীকরণ-কানেলে (separating funnel) লইয়া খানিকটা জল মিশাইয়া কাঁকাইলে, অ্যালকোহল জলে দ্রব হইয়া উপরে থাকিবে এবং নীচের ক্লোরোফর্ম পৃথক হইয়া যাইবে (চিত্র ২৪ক)। স্টপককটি খুলিয়া নীচেব দিক হইতে ক্লোরোফর্ম বাহির করিয়া লইতে পারা যায়। অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সঙ্গে রাখিয়া ক্লোরোফর্ম বিশুদ্ধ করা যায়। এইভাবে বিশুদ্ধ ক্লোরোফর্ম পাওয়া যাইবে। অ্যালকোহলের জলীয় দ্রবণ আংশিক পাতন করিলে বিশুদ্ধ অ্যালকোহল পাওয়া যাইবে।

(খ) “বাপ্প-পাতন” : উদাহ্যী অথচ জলে অদ্রবণীয় পদার্থগুলিকে অনেক সময়েই বাষ্পের সহিত পাতিত করিয়া বিশুদ্ধ করা যায়। পদার্থটি স্বল্প-পরিমাণ জল সহ একটি কুপীতে লওয়া হয়। অত্র একটি পাত্রে জল ফুটাইয়া উহার বাষ্প একটি নল দ্বারা ক্রমাগত পদার্থটির ভিতরে প্রবাহিত করা হয়। এই অবস্থায় জলীয় বাষ্পের সঙ্গে পদার্থটি ১০০° সেন্টি. উষ্ণতার উদ্বারিত হইয়া যায়। একটি শীতকের ভিতর দিয়া উহাকে পরিচালিত করা হয় এবং জল ও পদার্থ উভয়েই ঘনীভূত হইয়া গ্রাহকে সঞ্চিত হয় (চিত্র ২৪খ)। জলে পদার্থটি অদ্রবণীয়। পাতিত তরল মিশ্রণটিকে অতঃপর পৃথকীকরণ-কানেলে লইয়া

পদার্থটিকে আলাদা করা হয়। গোলাপের নির্ধারিত, ইউক্যালিপ্টাস তৈল প্রভৃতি এই ভাবে বিশুদ্ধ করা হয়।

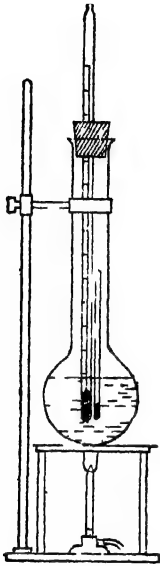


চিত্র ২৪খ—বাষ্প-পাতন

(গ) জৈব পদার্থের বিশুদ্ধতার নির্ণায়ক : প্রত্যেকটি বিশুদ্ধ পদার্থের গলনাঙ্ক অথবা ফুটনাঙ্ক নির্দিষ্ট। কোন পদার্থ বিশুদ্ধ কিনা, উহা জানিবার জন্য, উহাদের গলনাঙ্ক বা ফুটনাঙ্ক নির্ধারণ করা হয়। অধিকাংশ জৈব পদার্থের গলনাঙ্ক অপেক্ষাকৃত কম—সাধারণতঃ  $300^{\circ}\text{C}$  এর নীচে। পদার্থটি বারবার কেলাসিত করিয়া যদি একই গলনাঙ্ক পাওয়া যায় তবে উহা বিশুদ্ধ বুলিতে হইবে। সেইরূপ পদার্থটি তরল হইলে উহার ফুটনাঙ্ক স্থির করিতে হইবে। পুনঃ পুনঃ পাতনের পরেও যদি ফুটনাঙ্ক একই থাকে তবে তরল পদার্থটি বিশুদ্ধ বলিয়া ধরিতে হইবে। সামান্য পরিমাণ মালিন্য থাকিলেও, গলনাঙ্ক বা ফুটনাঙ্ক অনেকটা পরিবর্তিত হইয়া যায়।

(ঘ) গলনাঙ্ক নির্ধারণ : কঠিন পদার্থটিকে বিচূর্ণ করিয়া শোষণাধারে রাখিয়া দেওয়া হয়। একমুখবক একটি অতি সরু নলে শুদ্ধ পদার্থের অতি সামান্য একটুখানি লওয়া হয়। এই সরু নলটি একটি থার্মোমিটারের বাল্‌বের গায়ে গলাইয়া রাখা হয়। একটি শক্ত কাচের কুপীতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড লইয়া উহাতে থার্মোমিটারটি আংশিক ডুবাইয়া রাখা হয় (চিত্র ২৪গ)। অতঃপর কুপীটি ধীরে ধীরে গরম করা হয়। উহার উষ্ণতা গলনাঙ্কে পৌঁছিলে হঠাৎ সরু নলের পদার্থটি গলিয়া যায়। সেই সময় থার্মোমিটার হইতে উষ্ণতা জানিয়া লওয়া হয়। উহা পদার্থটির গলনাঙ্ক।

(৬) ফুটনাক নির্ধারণ : একটি মোটা শক্ত কাচের টেস্টটিউবে তরল পদার্থটি লইয়া উহার মুখটি কঁক দিয়া আঁটিয়া দেওয়া হয়। কঁকের



ভিতর দিয়া একটি থার্মোমিটার বসান হয়। থার্মোমিটারের বাল্বটি তরল-পদার্থে নিমজ্জিত থাকা চাই। ধীরে ধীরে এই টেস্টটিউবটি গবয় করা হয়। নির্দিষ্ট উষ্ণতায় তরল পদার্থটি ফুটিতে থাকিবে। থার্মোমিটার হইতে ফুটনাক জানা যাইবে।

২৪-৩। জৈব পদার্থের বিভিন্ন মৌলিক

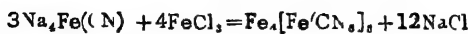
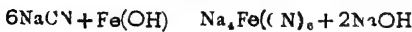
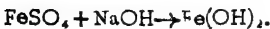
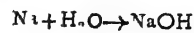
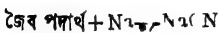
অস্তিত্ব নির্ধারণ : কার্বন ও হাইড্রোজেন : একটি টেস্টটিউবে জৈব পদার্থটি সমপরিমাণ কপার অক্সাইড সহ উত্তপ্ত করা হয়। জাপের ফলে জৈব পদার্থের কার্বন ও হাইড্রোজেন হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল উৎপন্ন হয়। জল টিউবের শীতল অংশে ঘনীভূত হয়। অক্সিজেন হইলে অনার্দ্র কপার সালফেট হাণ্ডা উৎপন্ন করা যায়। কার্বন ডাই-অক্সাইড টেস্টটিউব হইতে একটি নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া আসে। এহ গ্যাসটিকে পবিত্রত চুনব জলে প্রবাহিত করিলে উহা ঘোলাটে হইয়া যায়। কার্বন ডাই অক্সাইডের অস্তিত্ব এইরূপে জানা যায়।

চিত্র ২৪গ—গলনাক

নির্ণয়

নাইট্রোজেন : একটি ছোট পাতলা টেস্টটিউবে একটুখানি

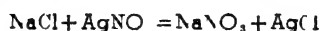
পদার্থ একটু ধাতব সোডিয়াম সহ খুব উত্তপ্ত করা হয়। সোডিয়াম গলিয়া গিয়া পদার্থটির সঙ্গে বিক্রিয়া করে ও সোডিয়াম সায়ানাইড উৎপন্ন হয়। একটি পিসের নলের খলে থানিকটা ঠাণ্ডা জল লইয়া উত্তপ্ত টেস্টটিউবটি পদার্থ সহ ডুবাইয়া দেওয়া হয়। পদার্থটিকে ভাল বন্ধিয়া লগুবারা বিচূর্ণ করা হয় এবং পরে পরিশ্রাবিত করিয়া একটি স্বচ্ছ ত্রবণ সংগ্রহ করা হয়। একটি টেস্টটিউবে এই ত্রবণ একটুখানি লইয়া সামান্য কেরাসসালফেট ত্রবণ দিয়া ২০ মিনিট ফুটান হয়। তৎপর উহাতে HCl দিয়া আন্বিক ত্রবণে পবিত্রত করিয়া বোরিক ক্লোরাইড মিশাইলে গাঢ় নীল রঙের অধঃক্ষেপ বা ত্রবণ পাওয়া যায়। উহাতেই নাইট্রোজেন উপস্থিতি প্রমাণিত হয়। কারণ :—



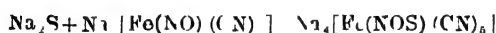
হ্যালোজেন : সোডিয়ামের সহিত গলাইয়া যে স্বচ্ছ ত্রবণটি পাওয়া গিয়াছে, হ্যালোজেন থাকিলে সেই ত্রবণটি পরীক্ষা করিলেই জানা যাইতে পারে। এই ত্রবণটি প্রথমতঃ নাইট্রিক অ্যাসিড



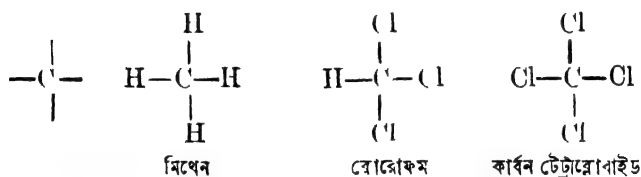
মিথাইয়া ফুটান হয়। উহার ফলে  $H_2S$ ,  $HCN$  প্রভৃতি চলিয়া যায়। অতঃপর উহাতে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ দিলে সাদা অথবা হলুদ অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। এই অধঃক্ষেপ  $AgCl$ ,  $AgBr$ ,  $AgI$  হইবে। অ্যানিয়ারিতে উহার দ্রাব্যতা পরীক্ষা করিয়া কোন হ্যালোজেন আছে জানা যাইতে পারে।



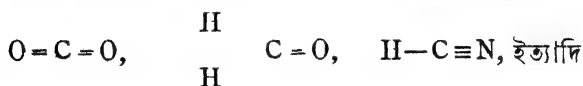
সালফাইড : পূর্বের মতই সোডিয়াম সহযোগে পদার্থটি গলাইয়া লইয়া উহার জলীয় দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। পদার্থটিতে সালফার থাকিলে উহা হইতে  $Na_2S$  উৎপন্ন হইবে। এই দ্রবণেব একটু  $H_2S$  লইয়া এক স্লেটা সোডিয়াম নাইট্রোপেন্সাইড দিলে বেগুনী রং ধারণ করিবে। তাহাতে সালফারের অস্তিত্ব প্রমাণিত হইবে।



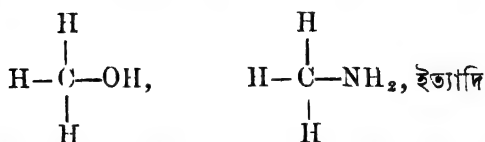
২.২.৩। জৈব পদার্থের শ্রেণীবিভাগ : কার্বন পবমাণুর কতকগুলি বৈশিষ্ট্য আছে—কার্বন পবমাণুব যোজ্যতা চার, অর্থাৎ একটি কার্বন পবমাণুব সহিত অপব চারটি একযোজী পবমাণু মিলিত হইতে পারে। যেমন,



যদি দ্বিযোজী বা ত্রিযোজী মৌলের পবমাণু কার্বনের সহিত যুক্ত হয় তবে কার্বনের একাধিক যোজ্যতা এই সংযোগে অংশগ্রহণ করিবে। যেমন,

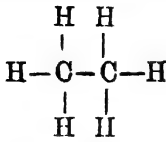


কার্বনের যোজ্যতাগুলি পরমাণুব পরিবর্তে কোনও যৌগমূলক দ্বারাও সম্পূর্ণ হইতে পারে।

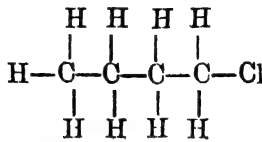


কার্বন পরমাণুর আব একটি বিশেষ গুণ আছে যাহা অত্যন্ত পরমাণুতে প্রায় দেখাই যায় না। যৌগস্থিতির সময় একাধিক কার্বন পরমাণু পরস্পরের সহিত

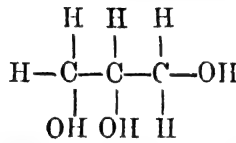
নিজেদের যোজকের সাহায্যে সংযুক্ত হইতে পারে। এই ভাবে যৌগিক পদার্থের একটি অণুতে বহুসংখ্যক কার্বন-পরমাণুব সংযুক্ত হওয়ার সম্ভাবনা। যথা—



ইথেন,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,

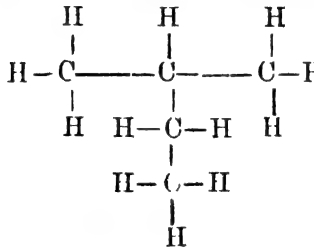


ক্লোরোবিউটেন,  $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl})$



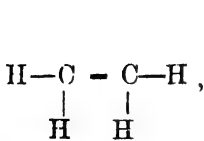
গ্লিসারিন  $(\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH})$

এইরূপ কার্বন-শৃঙ্খল বা সারিতে ৮০।৯০টি কার্বন-পরমাণুও থাকিতে পারে। আবার অনেক অণুতে কার্বন-সারিগুলি শাখাবিস্তারও সম্ভব। যথা—

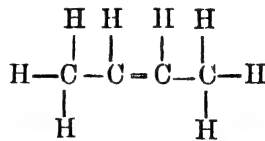


( আইসো পেটেন,  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  )

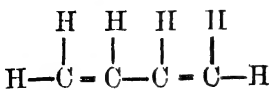
কার্বন-পরমাণুগুলির পরস্পরের সহিত সংযোগকালে উহাদের একাধিক যোজকও অংশগ্রহণ করিতে পারে। অর্থাৎ দুইটি বা তিনটি যোজকের সাহায্যেও দুইটি কার্বন পরমাণু মিলিত হইতে পারে। যেমন :—



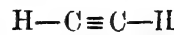
[ ইথিলিন,  $\text{C}_2\text{H}_4$  ]



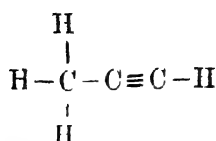
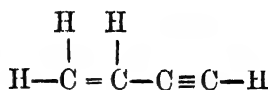
[ বিউটলিন,  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$  ]



[ বিউটাডীন,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  ]

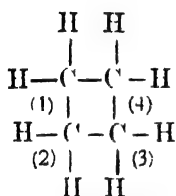


[ অ্যাসিটলিন,  $\text{CH} \equiv \text{CH}$  ]

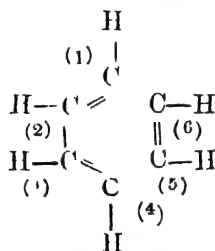
[ অ্যানলিন,  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}\equiv\text{CH}$  ][ ডিনাইল অ্যাসিটলিন,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$  ]

অতএব, এই সকল অণুতে দুইটি কার্বনের ভিতর দ্বিবন্ধ (double bond) বা ত্রিবন্ধ (triple bond) দ্বারা মিলন সংঘটিত হইয়াছে। একটি অণুতে একাধিক দ্বিবন্ধ বা ত্রিবন্ধ থাকিতে পারে। কিন্তু অণুর প্রত্যেকটি কার্বন পরমাণুর যোজ্যতা সর্বদাই চার হইবে।

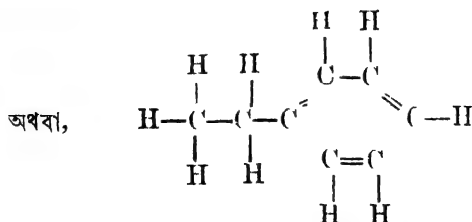
আমরা এ পর্যন্ত যে সকল অণু লইয়া আলোচনা করিয়াছি, উহাতে কার্বন পরমাণুগুলি যোজকের দ্বারা উহাদের পার্শ্ববর্তী পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হয় এবং কার্বন সারি (carbon chain) রচনা করে। কিন্তু অনেক ক্ষেত্রে কোন কোন কার্বন-পরমাণুর একটি যোজক সারিতে দূরবর্তী কোন পরমাণুর যোজকের সঙ্গে যুক্ত হইতে পারে। কলে, কার্বন-পরমাণুগুলি একটি বৃত্তাকার সারি সৃষ্টি করে। যেমন,



( টেট্রামিথিলিন )



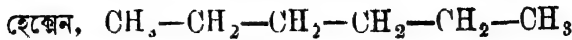
( বেনজিন )



( ইথাইল বেনজিন )

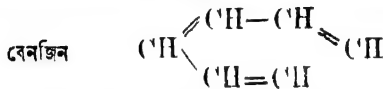
অতএব, কার্বন-যোগগুলি দুই রকমের।

(১) সারবন্ধী কার্বন যোগ (Open chain): যেমন—



প্রকৃতিজাত স্নেহজাতীয় পদার্থগুলি সচরাচর এইরূপ সারবন্ধী কার্বনের যোগ। এইজন্য এই সকল যৌগকে অনেক সময় “স্নেহজ জৈব পদার্থ” (aliphatic organic compounds) বলা হয়।

(২) বৃত্তাকার কার্বন যোগ (Cyclic compounds): যেমন—



এইজাতীয় যৌগগুলির প্রায়ই বিশিষ্ট গন্ধ থাকার জন্য উহাদিগকে “গন্ধবহ জৈব পদার্থ” বলা হয় (aromatic organic compounds)।

বৃত্তাকার এবং সারবন্ধী যৌগগুলির অবস্থাগত এবং বাসায়নিক বর্মের অনেক পার্থক্য দেখা যায়। এইজন্য উহাদের পৃথকভাবে আলোচনা করা হয়।

এতদ্ব্যতীত, কার্বন যৌগগুলির উপাদান বা মূলক অনুযায়ী উহাদের বিভিন্ন গোষ্ঠিতে বিভক্ত করা হইয়াছে।

(১) কার্বন ও হাইড্রোজেনের দ্বিযোগিক পদার্থগুলিক হাইড্রোকার্বন বলা হয়। যেমন,  $\text{C}_2\text{H}_6$  (ইথেন)

(২) অণুতে  $\text{OH}$ -মূলক থাকিলে উহাদের আলকোহল বা কোহল বলা হয়। যেমন,  
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (ইথাইল আলকোহল)  
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (মিথাইল আলকোহল) ইত্যাদি

(৩) —CO মূলক সমন্বিত যৌগকে বিটোন বলা হয়, যেমন,  
 $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ , [ ভাই মিথাইল কিটোন ]  
 $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$  [ ইথাইল-মিথাইল-কিটোন ]

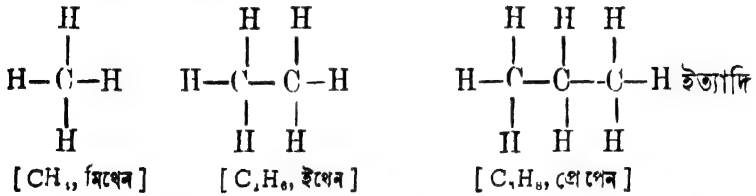
(৪) —COOH মূলক যুক্ত যৌগগুলিকে জৈবান বা জৈব অ্যাসিড বলা হয়, যেমন,  
 $\text{CH}_3\text{COOH}$ —অ্যাসেটিক অ্যাসিড  
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ —প্রপিয়নিক অ্যাসিড, ইত্যাদি

(৫) —NH<sub>2</sub>-মূলক সংযুক্ত যৌগসমূহকে বলে “অ্যামিন”। যথা,  
 $\text{CH}_3\text{NH}_2$ —মিথাইল অ্যামিন  
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ —ইথাইল অ্যামিন ইত্যাদি।

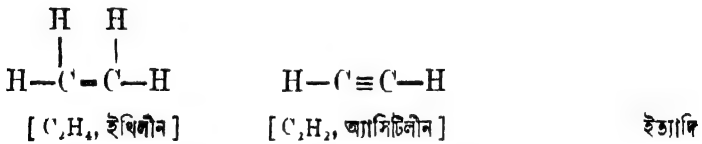
এইরূপ নানা রকম গোষ্ঠিতে উহাদের শ্রেণীবদ্ধ করিয়া লওয়া হইয়াছে। প্রত্যেক গোষ্ঠীর মোটামুটি বর্মগুলি একই রকমের। সুতরাং এইরূপ শ্রেণীবিভাগে আলোচনা। বিশেষ সুবিধা হইয়াছে। পর্বর্তী পৃষ্ঠাগুলিতে আমরা ইহাদের কতকগুলি মূল যৌগের আলোচনা করিব।

## হাইড্রোকার্বন

২৫-১। হাইড্রোকার্বনঃ কার্বন ও হাইড্রোজেনের দ্বিযোগিক পদার্থগুলি হাইড্রোকার্বন। হাইড্রোকার্বন সাধারণতঃ দুইশ্রেণীর—(১) পরিপূক্ত হাইড্রোকার্বন (Saturated Hydrocarbons), (২) অপরিপূক্ত হাইড্রোকার্বন (Unsaturated Hydrocarbons)। পরিপূক্ত হাইড্রোকার্বনের সমস্ত কার্বন পরমাণুগুলিই পরস্পরের সহিত একটি যোজকেব সাহায্যে মিলিত থাকে এবং বাকী যোজ্যতাগুলির সাহায্যে হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকে, যথা :—



কিন্তু অপরিপূক্ত হাইড্রোকার্বনের অণুতে কোন দুইটি কার্বন পরমাণু দ্বিবন্ধ অথবা ত্রিবন্ধের দ্বারা মিলিত থাকে এবং অন্ত্যন্ত যোজকেব সহিত হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত থাকে। যথা :—

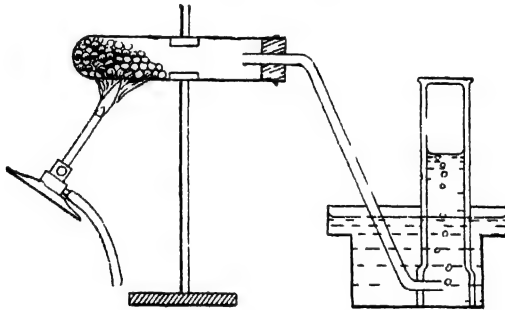


অপরিপূক্ত যৌগগুলি অস্থায়ী ধরনের এবং স্তব্ধতা ও সুবিধা পাইলেই পরিপূক্ত যৌগে পরিণত হয়।

২৫-২। পরিপূক্ত হাইড্রোকার্বনঃ মিথেন, CH<sub>4</sub> কার্বনের সমস্ত জৈবজাতীয় যৌগের ভিতর মিথেনকেই সর্বাপেক্ষা সরল বলিয়া ধরা হয়। উহার অণুতে একটিমাত্র কার্বন আছে। মিথেন একটি গ্যাসীয় পদার্থ।

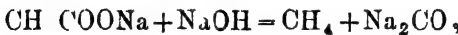
পেট্রোলিয়ামের খনি হইতে নির্গত গ্যাসক ‘স্বাভাবিক গ্যাস’ (‘Natural Gas’) বলে এবং উহাতে প্রচুর পরিমাণ ‘মিথেন’ থাকে। কয়লার খনি হইতে নিষ্কাশ্য গ্যাসেও স্বল্প পরিমাণ ‘মিথেন’ দেখা যায়। পুঙ্খব ডোবা প্রভৃতি আবদ্ধ জলাভূমি হইতেও মিথেন গ্যাস বাহির হয়। পচা-পান্না ও অস্থায়ী জলজ-উদ্ভিদের বিঘাজলেব ফলে এই গ্যাস সেখানে উৎপন্ন হয়। জলাভূমিতে এই গ্যাস উৎপন্ন হয় বলিয়া ইংরেজীতে উহাকে “মাস গ্যাস” (Marsh Gas) বলে। ইহাব সহিত একটু কসফিন মিশ্রিত থাকে বলিয়া বাতাসে উহা জ্বলিয়া গঠে এবং প্রচণ্ড আগুনের সৃষ্টি কবে। দূর হইতে উহাকেই আলেয়া বলিয়া মনে হয়। কয়লার খনিতে মাঝে মাঝে ভীষণ অগ্নিকাণ্ড হয়। তাহাবও মূলে এই দাহ্যবস্তু মিথেন।

**প্রস্তুতি : ল্যাবরেটরী পদ্ধতি :** (১) বিশুদ্ধ সোডিয়াম অ্যাসিটেট উহাব ওজনেব তিনগুণ পরিমাণ সোডালাইমেব সহিত মিশ্রিত করিয়া একটি কাচের শক্ত টেস্টটিউবে বা তামাব কুপীতে উত্তপ্ত কবিলেই মিথেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।



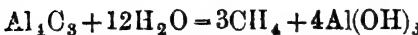
চিত্র ২৫ক - মিথেন প্রস্তুতি

[ উপযুক্ত পরিমাণ কস্টিকসোডা দ্রবণে কলিচুন ফুটাইয়া শুকাইয়া লইলেই সোডালাইম পাওয়া যায়। ] উৎপন্ন মিথেন গ্যাস জলের অধোভ্রংশের দ্বাৰা গ্যাসজারে সংগ্রহ করা হয়। ইহার সহিত কিছু হাইড্রোজেন ও ইথিলীন গ্যাস মিশ্রিত থাকে ( চিত্র ২৫ক )।



[ সোডিয়াম অ্যাসিটেট ]

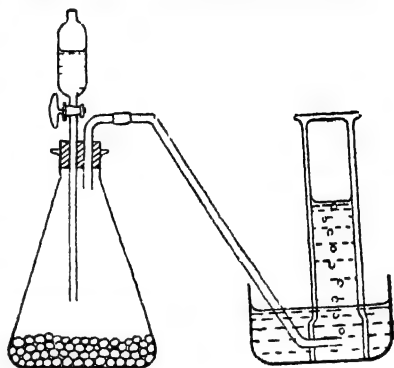
(২) সাধারণ উষ্ণতার অ্যালুমিনিয়াম কার্বাইডের উপর জলের বিক্রিয়ার ফলেও মিথেন প্রস্তুত করা যাইতে পারে।



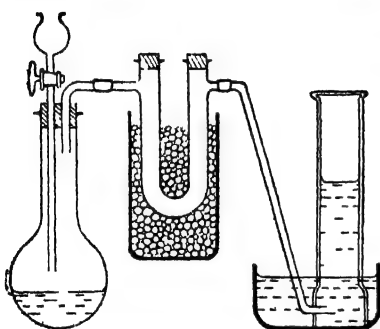
একটি শঙ্কু কুপীতে অ্যালুমিনিয়াম কার্বাইড লওয়া হয়। উহার মুখে একটি

কর্কের সাহায্যে একটি বিন্দুপাতী-কানেল এবং একটি নির্গম-নল লাগান থাকে কানেল হইতে ফোঁটা ফোঁটা জল ভিতরে দিলেই মিথেন গ্যাস নির্গত হয় (চিত্র ২৫খ)।

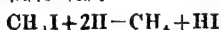
(৩) বিশুদ্ধ মিথেন গ্যাস পাঠিতে হইলে জার্মান হাইড্রো-জেন দ্বারা মিথাইল আয়োডাইড-কে বিজারিত করিয়া লওয়া হয়। এই জার্মান হাইড্রোজেন তামা ও দস্তার যুগলের সাহায্যে তৈয়ারী করা হয়।



চিত্র ২৫খ—অ্যানুনিমিয়াস কার্বাইড হইতে মিথেন



চিত্র ২৫গ - মিথাইল আয়োডাইড হইতে মিথেন প্রস্তুতি হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় এবং উহা মিথাইল আয়োডাইডকে বিজারিত করিয়া মিথেনে পরিণত করে :-



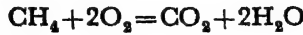
মিথেনের সহিত উদার মিথাইল আয়োডাইড ও বার্নিকট মিশ্রিত থাকে। একটি শীতল U নলের ভিত্তব দিয়া প্রবাহিত করিয়া মিথাইল আয়োডাইড পরিতৃপ্ত করিয়া পৃথক করা হয়। মিথেন যথাবিতি জলের উপর সঞ্চিত করা হয় (চিত্র ২৫গ)।

(৪) কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ উত্তপ্ত বিজারিত-নিকেলের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে মিথেন পাওয়া যায়।



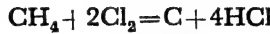
২৫-৩। মিথেনের ধর্ম : মিথেন বর্ণহীন গন্ধহীন গ্যাস। ইহা বায়ু অপেক্ষা অনেক হালকা এবং জলে খুব সামান্য দ্রবীভূত হয়। ইহা

বহন-সহায়ক নয়, কিন্তু নিজে দাছ। ইহার সহিত অক্সিজেন বা বায়ু মিশ্রিত করিয়া আগুন ধরাইয়া দিলে প্রচণ্ড বিস্ফোৰণ হয়। মিথেন জারিত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলে পবিণত হয়।



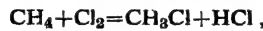
মিথেনের রাসায়নিক নিষ্ক্রিয়তা বিশেষ উল্লেখযোগ্য। কোন অ্যাসিড বা ক্ষারের দ্বাৰা ইহা মোটেই আক্রান্ত হয় না। কেবল ক্লোরিন ও ব্রোমিন ইহার সহিত বিক্রিয়া করিতে সমর্থ।

ক্লোরিন ও মিথেনেব মিশ্রণে আগুন ধরাইয়া দিলে মিথেন বিযোজিত হইয়া কার্বনে পবিণত হয় এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

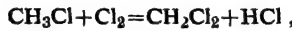


প্রথমে সূৰ্যালোকে এই বিক্রিয়াটি আবও প্রচণ্ডতার সহিত সম্পন্ন হয়।

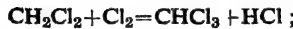
কিন্তু বিক্ষিপ্ত বা মৃদু আলোকে যদি মিথেন এবং ক্লোরিন গ্যাসেব মিশ্রণ রাখিয়া দেওয়া যায় তাহা হইলে মিথেনেব হাইড্রোজেন পবমাণুগুলি একে একে ক্লোরিনদ্বাৰা প্রতিস্থাপিত হইতে থাকে। ইহাব ফলে পব পব চাবিটি ভিন্ন ভিন্ন ক্লোরিন যুক্ত যৌগ পাওয়া সম্ভব। প্রত্যেকটি হাইড্রোজেন পবমাণু প্রতিস্থাপনের সময় একটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অণুব সৃষ্টি হয়।



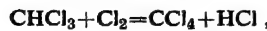
[ মিথাইল ক্লোরাইড ]



[ মিথিলীন ক্লোরাইড ]



[ ক্লোরোফর্ম ]



[ কার্বন টেট্রাক্লোরাইড ]

এইরূপ বিক্রিয়াকে 'প্রতিস্থাপন-ক্রিয়া' বলে এবং উৎপন্ন পদার্থগুলিকে প্রতিস্থাপিত-পদার্থ বলা হয়। ব্রোমিনও এইরূপ প্রতিস্থাপন কবিতে সমর্থ, কিন্তু আয়োডিন পাবে না।

কেবলমাত্র, মিথেন ইথেন নয়, সমস্ত পরিপূর্ণ হাইড্রোকার্বন যেমন ইথেন ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), প্রোপেন  $\text{C}_3\text{H}_8$ , বিউটেন  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , ইত্যাদিও একই রকম ব্যবহৃত করে। এই সকল অপেক্ষাকৃত



নিষ্ক্রিয় পরিপূক্ত মুক্ত-সারবলী হাইড্রোকার্বনগুলির অপর নাম প্যারাফিন। সাধারণ সাদা মোমও হাইড্রোকার্বন এবং এট গোল্লির অন্তর্গত।

**২৫-৪। পেট্রোলিয়াম**—মাটির নীচে যে তৈল পাওয়া যায় উহাকে পেট্রোলিয়াম বলে। মাটি খনন করিয়া দীর্ঘ নল বসাইয়া পাম্প-সাহায্যে এই তৈল উত্তোলন করা হয়। পেট্রোলিয়ামে নানা রকম পদার্থ থাকে, তন্মধ্যে অধিক সংখ্যক কার্বন সমন্বিত প্যারাফিনই বেশী। পেট্রোলিয়াম উপরে তোলার পর, উষ্ণার মাটি বাসু প্রভৃতি পিঠাইয়া গেলে, উহাকে একটি ট্যাঙ্ক হইতে পাতিত করা হয়। পাতিত পদার্থগুলিকে বিভিন্ন উষ্ণতায় সংগ্রহ করিয়া পৃথক পৃথক পদার্থ পাওয়া যায়, তন্মধ্যে কেরোসিনের পরিমাণ সবচেয়ে বেশী। কেরোসিনও কতকগুলি প্যারাফিনের মিশ্রণ। -পাতনের কলে প্রথমতঃ অত্যন্ত উষ্মায় কিছু গ্যাস সংগৃহীত হয়, তৎপর পেট্রোল, কেরোসিন প্রভৃতি বিভিন্ন উষ্ণতায় পাওয়া যায়। এই সকল পদার্থগুলিকে আবার পৃথক পৃথক আংশিক-পাতন করিয়া বিভিন্ন অংশে পরিণত করা হয়। এই সকল পাতনের কলে যে সকল প্রয়োজনীয় দ্রব্য পাওয়া যায় তাহাদের তালিকা ও ব্যবহার এখানে উল্লিখিত হইল। পাতন-শেষে খানিকটা কালো পিচ অনেক সময়ে ট্যাঙ্কে পাওয়া যায়।

### পেট্রোলিয়াম-জাত পদার্থ

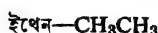
পাতন-উষ্ণতা	অণুব কার্বন সংখ্যা	পাতিত পদার্থ	মোটামুটি শতকরা ভাগ	ব্যবহার
(১) ৩০°C	C <sub>4</sub> —C <sub>5</sub>	সাইমোজেন গ্যাস	} ১৭%	হিমায়ককপে, আলানীকপে চর্বি ও তৈলের জাবককপে
(২) ৩০°—৬০°C	C <sub>5</sub> —C <sub>6</sub>	পেট্রোলিয়াম ইথাব		
(৩) ৭০°—১২০°C	C <sub>6</sub> —C <sub>8</sub>	পেট্রোল, গ্যাসোলীন		
(৪) ১২০°—১৫০°C	C <sub>8</sub> —C <sub>9</sub>	বেনজাইন	} ৫৪%	জাবক, পশম পবিকারক আলানী ও আলোক উৎপাদক কপে
(৫) ১৫০°—৩০০°C	C <sub>10</sub> —C <sub>12</sub>	কেবোসিন		
(৬) ৩০০°C এর উর্ধ্বে	—	পিচ্ছিল তৈল	১৮%	পিচ্ছিলকারক কপে
(৭) কেবোসিন হইতে পৃথকীকৃত কঠিন				

পদার্থ	(১) মোম	৫% মোমবাত্তির জন্ত
	(২) ভেসেলীন	

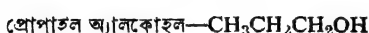
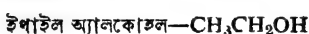
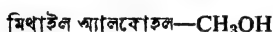
গলনাঙ্ক ৫০°—৬০° C<sub>24</sub>—C<sub>28</sub>

বিভিন্ন স্থানের পেট্রোলিয়ামের ভিত্তর এই পদার্থগুলির অসুপাত বিভিন্ন হয়। কোন কোন সময়ে পেট্রোলিয়াম হইতে বেনজিন বা ছাপখলিন জাতীয় বৃত্তাকার যৌগও পাওয়া যায়।

**২৫-৫। সমগোত্রীয় যৌগ**—ধারাবাহিকভাবে প্যারাক্সিনগুলির সঙ্কেত অনুধাবন করিলে দেখা যায় উহাদের ভিতর সর্বদাই একটি  $-\text{CH}_2-$  পরমাণুগুঞ্জের ব্যবধান আছে। যেমন :—



**অক্সাণ্ড গোল্ডিতেও** এইরূপ  $-\text{CH}_2-$ এব পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। যেমন, অ্যালকোহলে :—



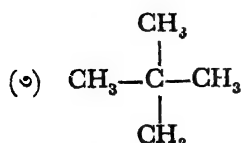
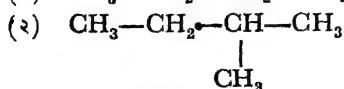
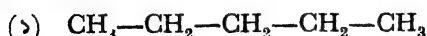
এইরূপ  $-\text{CH}_2-$  পার্থক্য বিশিষ্ট সমধর্মী যৌগগুলি এক গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত থাকে এবং ইহাদের সমগোত্রীয় বলা চলে ( Homologous series )।

এক গোষ্ঠীর বিভিন্ন পদার্থগুলির মধ্যে সবদা একই পরমাণু পার্থক্য ( $-\text{CH}_2-$ ) থাকায় উহাদের জুতা একটি সাধারণ সঙ্কেত ব্যবহৃত করা যায়। যেমন, সমস্ত প্যারাক্সিনের সাধারণ সঙ্কেত  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  (n যে কোন পূর্ণসংখ্যা হইতে পারে)।

যথা  $n=1$ ,  $\text{CH}_4$  ( মিথেন )

$n=2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$  ( ইথেন ) ইত্যাদি

**২৫-৬। সমযোগী পদার্থ (Isomers) :**  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  কার্বন ও হাইড্রোজেনের যৌগিক পদার্থ, সুতরাং উহা হাইড্রোকার্বন। এই একই সঙ্কেতের তিনটি হাইড্রোকার্বন আছে, যথা :—



সম্ভব এক হইলেও ইহারা বিভিন্ন যৌগিক পদার্থ এবং ইহাদের ধর্মও বিভিন্ন। অতএব দেখা যাইতেছে, বিভিন্ন পদার্থকে একই সম্ভব সাহায্য প্রকাশ করা যায়। এরকম এক সম্ভবযুক্ত বিভিন্ন পদার্থকে সমযৌগিক পদার্থ (Isomers) বলা যায়। বিভিন্ন পদার্থে পরমাণুব প্রতি-বিন্যাস অবশ্যই বিভিন্ন।

সমযৌগিক পদার্থগুলি যে একই গোষ্ঠীভুক্ত হইতে হইবে এমন কোন নিয়ম নাই। যেমন :—

(ক)  $C_3H_8O$ —

(১)  $CH_3COCH_3$ —অ্যাসিটোন।

(২)  $CH_3CH_2CHO$ —প্রপিয়ন-অ্যালডিহাইড

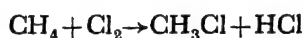
(খ)  $C_4H_{10}O$ —

(১)  $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$  বিউটাইল অ্যালকোহল

(২)  $CH_3CH_2-O-CH_2CH_3$  ইথার

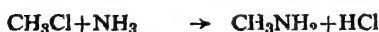
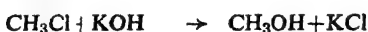
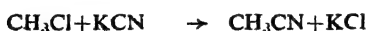
এইরূপ  $C_8H_{14}$ -এর পাঁচটি,  $C_9H_{20}$ -এব ৩৫টি,  $C_{10}O_8H_{13}N$ -এর ১৩৫টি বিভিন্ন সমযৌগী পদার্থ আছে।

২৫-৭। অ্যালকিল মূলক : আমবা দেখিয়াছি মিথেনের সহিত ক্লোরিনের বিক্রিয়াব ফলে উহা একটি হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হইয়া মিথাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



এই মিথাইল ক্লোরাইড নানারূপ বিক্রিয়াতে অংশ গ্রহণ কবে এবং উহার ক্লোরিন পরমাণুটি বিভিন্ন বকমে প্রতিস্থাপিত কবা যায়।

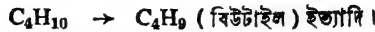
যেমন—



এই সকল বিক্রিয়াতে  $CH_3$ -পরমাণুগুঞ্জের কোনই পরিবর্তন ঘটে না। অর্থাৎ  $CH_3$ -পরমাণুগুঞ্জ  $NH_4$ ,  $SO_4$ ,  $NO_3$  প্রভৃতি মূলকের দ্বারা ব্যবহার করে। সেইজন্য  $CH_3$ -কে “মিথাইল মূলক” বলা হয়। অনুরূপভাবে  $C_2H_5$ -পরমাণুগুঞ্জও [ ইথেনের একটি হাইড্রোজেন বিয়োগে পাওয়া যায় ] একটি মূলক। ইহাকে বলে “ইথাইল মূলক” যে কোন পরিপূক্ত হাইড্রোকার্বন হইতে একটি

## হাইড্রোকার্বনসমূহ

হাইড্রোজেন সরাইয়া লইলে যে মূলক পাওয়া যাইবে, তাহার নাম “আলকিল মূলক”।



যোগপদার্থের নামকরণের সময় অনেক সময় এই “আলকিল মূলকের” সাহায্য লওয়া হয়।  
যেমন,



প্রপাইল অ্যালকোহল



বিউটাইল সায়নাইড



ইথাইল ক্লোরাইড

২৫-৮। অপরিপূক্ত হাইড্রোকার্বন। ইথিলীন,  $\text{C}_2\text{H}_4$  : ইথিলীন একটি অপরিপূক্ত হাইড্রোকার্বন—কোল গ্যাসে শতকরা ৫-১০ ভাগ ইথিলীন থাকে।

**প্রস্তুতি :** ইথাইল অ্যালকোহল (অর্থাৎ, কোহল,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) হইতে জল নিষ্কাশিত কবিয়া ইথিলীন প্রস্তুত করা হয়। নিম্নদিক হিসাবে সাধারণতঃ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড বা ফসফরিক অ্যাসিড ব্যবহৃত করা হয়।

একটি কাচের কুপীতে একভাগ কোহলের সহিত উহার চার-পাঁচ ভাগ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত করিয়া দেওয়া হয়। কুপীর মুখে একটি কার্কর সাহায্যে একটি বিন্দুপাতী-কানেল শু নির্গম-নল এবং থার্মোমিটার জুড়িয়া দেওয়া হয়। অতঃপর কুপীটিকে একটি বালিখোলাতে  $160^\circ - 170^\circ$  সেন্টিগ্রেড পর্যন্ত তাপিত করা হয়। এই উত্তাপে মিশ্রণটি ফুটিতে থাকে এবং সেই সময় অতিরিক্ত ফেনা বন্ধ করার জন্য কুপীর ভিতর থার্মিকটি অনায়ে অ্যালুমিনিয়াম সালফেট অথবা কয়েকটি কাচের টুকরা দেওয়া হয়। এই উত্তাপে  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দ্বারা কোহল বিশ্লেষিত হইয়া ইথিলীনে পরিণত হয় এবং ইথিলীন গ্যাস নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া আসে। বস্তুতঃ কোহল প্রথমে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেটে পরিণত হয় এবং পরে উহা বিয়োজিত হইয়া ইথিলীন উৎপন্ন হয়।

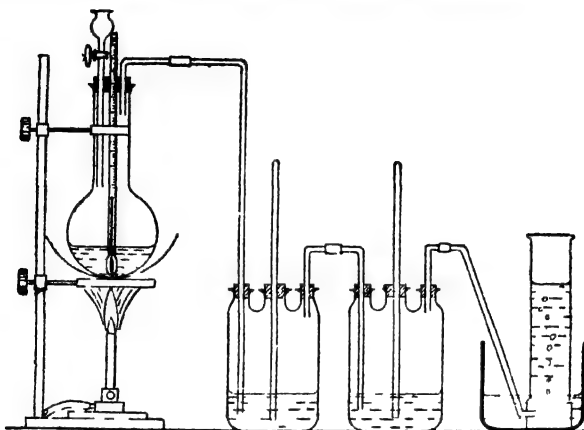


অর্থাৎ,



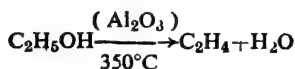
উৎপন্ন ইথিলীনের সহিত কিছু  $\text{CO}_2$  এবং  $\text{SO}_2$  মিশ্রিত থাকে। সুতরাং উহাকে কঠিন পটাসের ত্রুণের ভিতর দিয়া প্রথমে পরিশোধিত করিলে ঐ সমস্ত দূর হয় এবং পরে উহাকে

জলের অধোভ্রংশের দ্বারা গ্যাসকারে সংগ্রহ করা হয় (চিত্র ২৫ ঘ)। সালফিউরিক অ্যাসিডের পরিমাণ সঠিক রাখা প্রয়োজন নচেৎ ইথিলীনের পরিবর্তে ইথার উৎপন্ন হইবে।

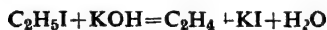


চিত্র ২৫ঘ—ইথিলীন প্রস্তুতি

প্রায় ৩৫০° সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত আলুমিনা ( $Al_2O_3$ ) প্রভাবকের উপর দিয়া কোহল-বাষ্প প্রবাহিত করিলেও ইথিলীন পাওয়া যায়।

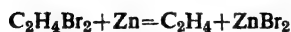


(১) ইথাইল আয়োডাইডের কোহলীয় দ্রবণের সহিত তপ্ত গাঢ় কঠিক পটাস দ্রবণের বিক্রিয়ার দ্বারাও ইথিলীন পাওয়া যায়।



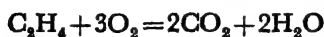
[ ইথাইল আয়োডাইড ]

(৩) ইথিলীন-ডাই-ব্রোমাইডের কোহলীয় দ্রবণ দস্তা-রজসহ (Zn-dust) তাপিত করিলে ইথিলীন উৎপন্ন হয় :—



[ ইথিলীন-ডাই-ব্রোমাইড ]

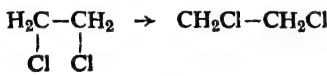
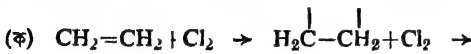
২৫-৯। ইথিলীনের ধর্ম : ইথিলীন একটি বর্ণহীন গ্যাস। ইহার একটি ঈষৎ-মিষ্ট গন্ধ আছে। জলে ইহাব দ্রাব্যতা খুবই কম এবং ইহা প্রায় বাতাসের সমান ভারী। ইথিলীন দহন-সহায়ক নয় বটে, কিন্তু উহা নিজে দাহ্য। বাতাসে ইহা উজ্জ্বল-শিখাসহ জ্বলিতে থাকে।



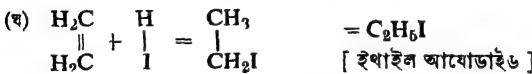
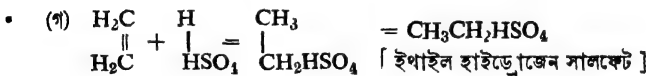
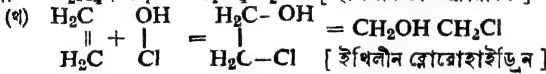
প্রজ্জ্বলনের কালে উহা কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলে পরিণত হয়। কোল-গ্যাসে ইথিলীন আছে বলিয়াই, উহা আলোক-উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। ইথিলীন ও অক্সিজেনের মিশ্রণে আশ্বিন ধরাইয়া দিলে বিস্ফোরণ হয়।

ইথিলীন অণুতে কার্বন-পরমাণু দুইটির ভিতর একটি দ্বিবন্ধ বর্তমান। অর্থাৎ অণুটি অপবিপৃক্ত। এই জন্য ইথিলীনের রাসায়নিক সক্রিয়তা সমধিক।

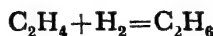
(১) ইথিলীন সোজাশুজি বহু পদার্থের সহিত যুক্ত হইয়া বিভিন্ন যুত-যৌগিক উৎপাদন করে। হ্যালোজেন, হ্যালোজেন অ্যাসিড, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড, হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড প্রভৃতির সহিত উহা খুব সহজে সংযুক্ত হয়। এই সকল বিক্রিয়ার সময় কার্বন-পবমাণুদ্বয়ের মধ্যস্থিত দ্বিবন্ধটি খুলিয়া যায় এবং দুইটি মুক্ত যোজকেব সাহায্যে সংযোগ সাধিত হয়। যথা :—



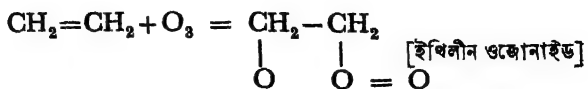
অর্থাৎ  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 = \text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$  [ইথিলীন-ডাই-ক্লোরাইড]



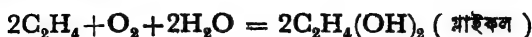
(২) বিচর্ণ নিকেলের প্রভাবে  $140^\circ$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় হাইড্রোজেন গ্যাস দ্বারা ইথিলীন বিজাবিত হইয়া ইথেনে পরিণত হয়।



(৩) ওজোনের সহিত মিলিত হইয়া ইথিলীন একটি অস্থায়ী যৌগিকেব সৃষ্টি করে। উহাকে ইথিলীন ওজোনাইড বলে :—



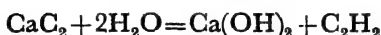
(৪) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের জারণের কালে ইথিলীন গ্রাইকল নামক পদার্থে রূপান্তরিত হয় :—



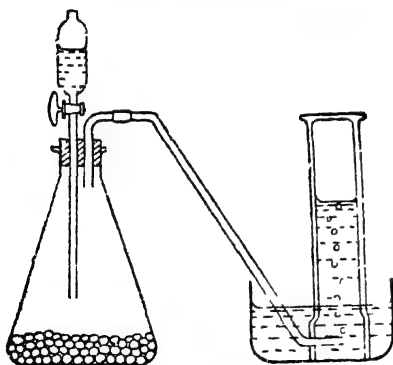
**ইথিলীনের ব্যবহার :** চিকিৎসকেরা চেতনানাশক (anaesthetic) রূপে ইথিলীন ব্যবহার করেন। কাঁচা ফল কৃত্রিম উপায়ে পাকানোর জন্য ইথিলীন ব্যবহৃত হয়। বৃক্ষে বহুল ব্যবহৃত বিষাক্ত রাসায়নিক দ্রব্য “মাস্টার্ড গ্যাস” (mustard gas) ইথিলীন হইতেই তৈয়ারী করা হয়। ইথিলীন হইতে অ্যালকোহল তৈয়ারী করা হয়।

**২৫-১০। অ্যাসিটিলীন,  $C_2H_2$  :** কোলগ্যাসে অতি সামান্য পরিমাণ (০.০৬%) অ্যাসিটিলীন আছে। ইহা ছাড়া, প্রকৃতিতে অ্যাসিটিলীন আর বড় দেখা যায় না।

**প্রস্তুতি :** ল্যাবরেটরী পদ্ধতি : সাধারণ উষ্ণতায় জলের সহিত ক্যালসিয়াম কার্বাইডের বিক্রিয়ার কালে অ্যাসিটিলীন গ্যাস উৎপন্ন হয়।



(১) একটি শঙ্কু-কূপীতে প্রথমে খানিকটা বালু লইয়া উহার উপরে



চিত্র ২৫ ও—অ্যাসিটিলীন প্রস্তুতি

ক্যালসিয়াম কার্বাইডের ছোট ছোট টুকরা রাখিয়া দেওয়া হয়। কূপীটির মুখ কৰ্ক দিয়া আঁটিয়া দেওয়া হয়। এই কর্কের সঙ্গে একটি নির্গম-নল ও জলপূর্ণ একটি বিন্দুপাতী-ফানেল লাগান থাকে (চিত্র ২৫ ও)। ফানেল হইতে ফোঁটা ফোঁটা জল কূপীর মধ্যে ফেসিলে কার্বাইড জলের সংস্পর্শে আসিয়া অ্যাসিটিলীন গ্যাস উৎপন্ন করে। নির্গম-নল দিয়া বাহির হইলে উহাকে জলের উপর গ্যাসজারে সংগৃহীত করা হয়।

এই অ্যাসিটিলীনের সহিত স্বল্পপরিমাণ কসকিন, আরসাইন, হাইড্রোজেন সালফাইড, অ্যামোনিয়া প্রভৃতি মিশ্রিত থাকে। কসকিন প্রভৃতির জন্য এই গ্যাসের একটি দুর্গন্ধও থাকে।

অনেক সময় অ্যাসিড মিশ্রিত কপার সালফেট দ্রবণের ভিতর দিয়া উপর গ্যাসটি পরিচালিত করিয়া এই সকল অপদ্রব্য দূর করা হয় এবং বিশুদ্ধ অ্যাসিটিলীন সংগ্রহ করা হয়।

(২) কার্বন ও হাইড্রোজেন এই মৌল দুইটির সংশ্লেষণ দ্বারাও অ্যাসিটিলীন পাওয়া যায়। একটি শক্ত কাচের গ্লোবে দুইটি গ্যাস-কার্বনেব তড়িৎ-দ্বাবেব মধ্যে বিদ্যুৎস্রবণ করা হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে কাচের গ্লোবেব ভিতর দিয়া একটি বিশুদ্ধ



চিত্র ২৫৮—অ্যাসিটিলীনের সংশ্লেষণ

হাইড্রোজেন প্রবাহ পরিচালিত করা হয় (চিত্র ২৫ চ)। এই অবস্থায় তড়িৎ-দ্বাবেব কার্বনেব সহিত হাইড্রোজেন মিলিত হইয়া অ্যাসিটিলীন তৈয়ারী হয়।  $2C + H_2 = C_2H_2$

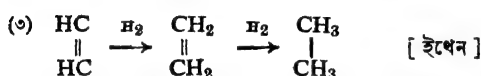
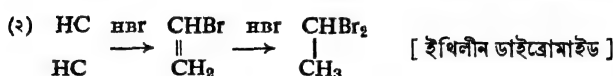
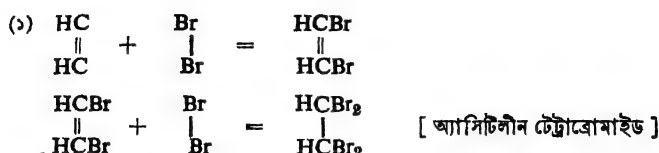
২৫-১১। অ্যাসিটিলীনের ধর্ম: অ্যাসিটিলীন একটি বর্ণহীন গ্যাস। বিশুদ্ধ অবস্থায় উহা একটি মিষ্ট জ্বাণ আছে। ০° উষ্ণতায় ও সাধারণ চাপে জলে উহা সমাযতন পরিমাণ অ্যাসিটিলীন দ্রবীভূত হয়, কিন্তু অ্যাসিটোন দ্রাবকে অ্যাসিটিলীন অত্যন্ত দ্রবণীয়। অ্যাসিটিলীনকে সহজেই তবলিত করা যায় বটে, কিন্তু তবল অ্যাসিটিলীন বিস্ফোবক। এজন্য অ্যাসিটিলীন স্থানান্তরে পাঠানোর সময় সবদাই অতিবিক্ত চাপে অ্যাসিটোনে দ্রবীভূত করিয়া লওয়া হয়। অ্যাসিটিলীন অপবেব দহন-সহায়ক নয়। যদি একটি সরু নলের মাখায় বাতাসের ভিতর অ্যাসিটিলীন জ্বালাইয়া দেওয়া হয় তাহা হইলে উহা উজ্জ্বল আলো সহকায়ে জ্বলিতে থাকে এবং প্রচুর তাপ বিকিরণ করে। বাতাসের পরিবর্তে যদি এইভাবে অক্সিজেন গ্যাসের ভিতর অ্যাসিটিলীন জ্বলিতে দেওয়া হয় তবে যে অক্সি-অ্যাসিটিলীন শিখা পাওয়া যায় তাহা উষ্ণতা প্রায় ৩৫০০° সেন্টিগ্রেড। এই কারণে, বিভিন্ন ধাতু গলানোর জন্ত, বা দুইটি ধাতু জোড়া দিতে এই অক্সি-অ্যাসিটিলীন-শিখা ব্যবহৃত হয়।

অ্যাসিটিলীন ও বাতাসেব মিশ্রণ কিন্তু আগুনের সংস্পর্শে আসিলে প্রচণ্ড বিস্ফোরণ হয়।  $2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O$

(i) ইথিলীনেব মত অ্যাসিটিলীনও একটি অপবিশুদ্ধ হাইড্রোকার্বন। ইহা অণুতে কার্বন পরমাণু দুইটির ভিতর একটি দ্বিবন্ধ আছে, সেইজন্য অ্যাসিটিলীন যৌগটি অস্থায়ী ধরণের এবং বিশেষ সক্রিয়। বহুরকম পদার্থের



সহিত উহা যুত-যৌগিক সৃষ্টি করে। বিভিন্ন বস্তুর সহিত সংযুক্ত হওয়ার সময় ইহার ত্রিবন্ধ পরিবর্তিত হইয়া উহাদের চারিটি বোজক মুক্ত হইয়া থাকে। প্রথমে দুইটি এবং পরে আরও দুইটি বোজক এইভাবে রাসায়নিক সংযোগে অংশ গ্রহণ করে। যথা :—

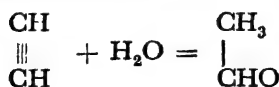


এই বিজারণ-ক্রিয়াতে বিচূর্ণ নিকেল প্রভাবকরূপে ব্যবহৃত হয়।

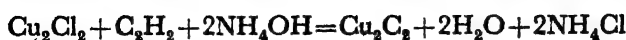
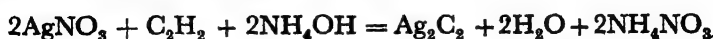
(ii) অ্যাসিটলীন ও ক্লোরিনের বিক্রিয়াটি অত্যন্ত প্রচণ্ডতার সহিত সম্পাদিত হয়। বস্তুতঃ, অ্যাসিটলীন জারিত হইয়া কার্বন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে পরিণত হয় :—  $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{C} + 2\text{HCl}$

কিন্তু “কাইজেলগুড” (Keiselguhr) চূর্ণের উপস্থিতিতে ক্লোরিন গ্যাস ধীরে ধীরে অ্যাসিটলীনের সহিত যুক্ত হইয়া টেট্রাক্লো-অ্যাসিটলীন উৎপন্ন করে :—  $\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{Cl}_2 = \text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$

(iii) লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড (২০%) এবং মারকিউরিক সালফেট দ্রবণের ভিতর দিয়া অ্যাসিটলীন পরিচালিত করিলে উহা জলের সহিত সংযুক্ত হইয়া অ্যাসিট্যালডিহাইডে পরিণত হয় :—

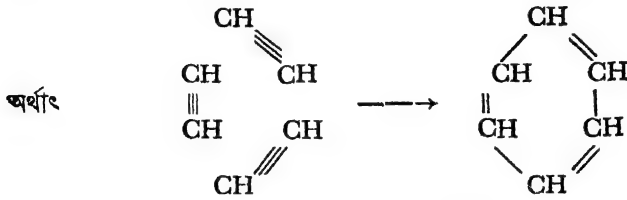


(iv) অ্যামোনিয়া-যুক্ত সিলভার বা কপারের লবণের দ্রবণের ভিতর অ্যাসিটলীন গ্যাস পরিচালিত করিলে যথাক্রমে উহাদের ভিতর হইতে সিলভার ও কপার অ্যাসিটলাইড অধঃক্ষিপ্ত হইয়া থাকে।



এই বিক্রিয়ার সাহায্যেই সাধারণতঃ অ্যাসিটিলীন পরীক্ষা করা হয় এবং উহার অস্তিত্ব জানা যায়। ইথিলীন বা মিথেন এইরূপ বিক্রিয়া করে না।

(v) একটি তপ্ত নলের ভিতর দিয়া অ্যাসিটিলীন গ্যাস প্রবাহিত করিলে বেনজিন পাওয়া যায়। এই পরিবর্তনে বস্তুতঃ তিনটি অ্যাসিটিলীন অণু একত্র যুক্ত হইয়া একটি বেনজিন অণুতে পরিণত হয় :— $3C_2H_2 = C_6H_6$



কোনও পদার্থের এইরূপ একাধিক অণু একত্র সংযুক্ত হইয়া যখন অপর একটি পদার্থে পরিণত হয়, তখন উহাকে বহু-যৌগিক বলা যাইতে পারে। এইরূপ বিক্রিয়া “বহু-সংযোগ-ক্রিয়া” (Polymerisation) নামে পরিচিত। স্পষ্টই দেখা যাইতেছে এই বহু-সংযোগের ফলে নূতন অণুটির আণবিক গুরুত্ব পূর্বকার অণুর গুরুত্বের কোন সরল গুণিতক হইবে, কিন্তু উহাদের উপাদান মৌলসমূহের ওজনের অনুপাত একই থাকিবে।

**অ্যাসিটিলীনের ব্যবহার :** অ্যাসিটিলীনের অনেক রকম ব্যবহার আছে।

- (ক) অ্যাসিটিলীন বিভিন্ন জৈব-যৌগিক প্রস্তুত করিতে প্রয়োজন হয়। যথা—অ্যাসিটালডি-হাইড ( $CH_3CHO$ ), অ্যাসিটিক অ্যাসিড ( $CH_3COOH$ ), হেয়াক্লোরো ইথেন ( $C_2Cl_6$ ), জৈবত্রাবক ওয়েস্ট্রন (westron,  $C_2H_2Cl_4$ ) ইত্যাদি। (খ) আলোক উৎপাদনেও অ্যাসিটিলীন ব্যবহার করা হয়। (গ) অক্সি-অ্যাসিটিলীন শিপি উৎপাদনে প্রচুর অ্যাসিটিলীন প্রয়োজন। (ঘ) কৃত্রিম রবার প্রস্তুতিতেও অ্যাসিটিলীনের প্রয়োজন হয়, ইত্যাদি।

**তুলনা :** আমরা মিথেন, ইথিলীন ও অ্যাসিটিলীন—এই তিনটি হাইড্রোকার্বনের বিষয় আলোচনা করিয়াছি। কিন্তু হাইড্রোকার্বন হইলেও উহাদের পরস্পরের মধ্যে যথেষ্ট পার্থক্য আছে। ইহাদের মধ্যে মিথেন পরিপূর্ণ যৌগ, কিন্তু অপর দুইটি অপরিপূর্ণ। সুতরাং মিথেন নিষ্ক্রিয়, কিন্তু অ্যাসিটিলীন ও ইথিলীন খুব সক্রিয়।

(১) ব্রোমিন মিথেনের সহিত ক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন করে মাত্র, কিন্তু ব্রোমিন ইথিলীন ও অ্যাসিটিলীনের সহিত যুক্ত হইয়া যুত-যৌগিক উৎপাদন করে।

(২) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত মিথেনের কোন ক্রিয়া হয় না, কিন্তু ইথিলীন ও অ্যাসিটিলীন উহার সহিত সংযুক্ত হয়।

(৩) গাঢ়  $H_2SO_4$  দ্বারা মিথেন আক্রান্ত হয় না, কিন্তু ইথিলীন ও অ্যাসিটিলীন উহার সহিত যুক্ত হয়।

(৪) অ্যামোনিয়া-যুক্ত কিউপ্রাস ব্রোমাইডের সহিত মিথেন ও ইথিলীনের কোন বিক্রিয়া হয় না, কিন্তু অ্যাসিটিলীন উহা হইতে লাল অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে।

(৫) বোমিনের জলীয় দ্রবণ অ্যাসিটিলীন ও ইথিলীন দ্বারা বিরঞ্জিত হয়, কিন্তু মিথেনের সেই ক্ষমতা নাই।

### জ্বালানি গ্যাস

বিবিধ রাসায়নিক শিল্পে, যানবাহন পরিচালনে এবং গৃহের সাধাবণ কাজে প্রচুর তাপ-শক্তির প্রয়োজন হয়। সৌরকিরণ হইতে বা বিদ্যুৎ-শক্তির সাহায্যে অবশ্য তাপ-শক্তি পাওয়া যায়, কিন্তু অধিকাংশ ক্ষেত্রেই বহুপ্রকারের দাহ্যবস্তু পোড়াইয়া তাপ-উৎপাদন করা হয়। এই দাহ্যবস্তুগুলি কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় হইতে পারে। সাধারণ উদাহরণ, ধাতু-নিষ্কাশনের চুল্লীতে, রেলের ইঞ্জিন প্রভৃতিতে কঠিন ইন্ধন কয়লা, কাঠ প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়। পেট্রোল, কেরোসিন প্রভৃতি তরল জ্বালানিসমূহ মোটবের ইঞ্জিন, স্টেভ ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়। গ্যাসীয় ইন্ধনের প্রচলন অপেক্ষাকৃত আধুনিক, কিন্তু উহা দ্রুত প্রসারলাভ করিতেছে। অনেক বকম রাসায়নিক শিল্প ছাড়াও গৃহস্থের কাজে গ্যাসীয় ইন্ধনের প্রয়োগ আজকাল দেখা যাইতেছে। বিশেষ কয়েকটি গ্যাস জ্বালানি-রূপে ব্যবহৃত হয়, যথা :—

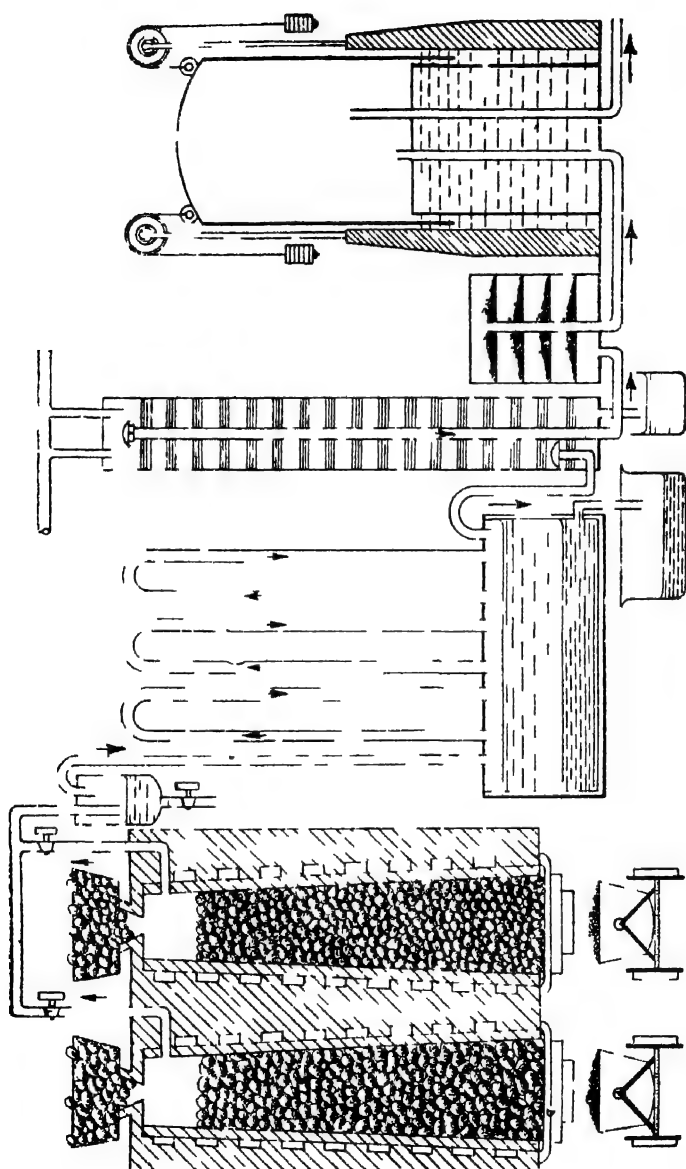
(১) কোল গ্যাস, (২) প্রডিউসার গ্যাস, (৩) ওয়াটার গ্যাস (৪) সেমি-ওয়াটার গ্যাস, (৫) অবেল গ্যাস।

২৫-১২। কোল গ্যাস (Coal gas) : খনি হইতে যে “কাঁচা কয়লা” পাওয়া যায় তাহাতে মৌলিক কার্বনের অংশই অবশ্য বেশী, কিন্তু উহার সহিত অনেক জৈবপদার্থও মিশ্রিত থাকে। বাতাসের অবর্তমানে কাঁচা কয়লার অন্তর্ধূর্মপাতন করিলে এই সকল জৈবপদার্থ বিযোজিত হইয়া গ্যাসীয় অবস্থায় পাতিত হয়। এই উদ্বায়ী পদার্থ হইতেই কোল গ্যাস পাওয়া যায়।

অগ্নিসহ যন্ত্রিকার বড় বড় বকযন্ত্রে বা অগ্নিসহ-ইষ্টকের চতুর্কোণ প্রকোষ্ঠে কয়লার অন্তর্ধূর্মপাতন সম্পাদিত হয়। এই প্রকোষ্ঠগুলি দৈর্ঘ্যে ১২'-১৫' ফুট, উচ্চতায় ৮'-১০' ফুট এবং ২' ফুট প্রস্থ হয়। এই রকম একত্রে প্রায় ২০-২৫টি প্রকোষ্ঠ থাকে। উহাদিগকে চারিদিক হইতে জ্বালানি-গ্যাস সাহায্যেই উত্তপ্ত

করার ব্যবস্থা থাকে। প্রত্যেকটি প্রকোষ্ঠের প্রায় তিন-চতুর্থাংশ কয়লার টুকবাতে ভর্তি কবিতা লওয়া হয় এবং উহার চাবিদিক মাটির প্রলেপ দ্বারা বদ্ধ করিয়া দেওয়া হয় যাহাতে বাতাস ভিতরে প্রবেশ কবিতে না পারে। এই প্রণালীতে যে কোলগ্যাস উৎপন্ন হয়, তাহাবই কিয়দংশ বাতাসের সহিত পোড়াইয়া এই প্রকোষ্ঠগুলিকে উত্তপ্ত করা হয়। প্রায়  $1000^{\circ}$  ডিগ্রী উষ্ণতায় সচবাচব অক্সধূমপাতন সম্পন্ন করা হয়। প্রত্যেকটি প্রকোষ্ঠ হইতে উদ্বায়ী পদার্থসমূহ উপবেব একটি নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া আসে। অক্সধূম কোক প্রকোষ্ঠে পাড়িয়া থাকে। কার্বনের কিছু অংশ উর্ধ্বপাতিত হইয়া প্রকোষ্ঠের উপবিভাগে সঞ্চিত হয়। ইহাই গ্যাস-কার্বন।

অক্সধূমপাতনের ফলে কয়লা হইতে যে গ্যাস উৎপন্ন হয় তাহাতে বাষ্পীভূত অবস্থায় যথেষ্ট আলকাতরা থাকে এবং আনও অনেক প্রকাব গ্যাস থাকে, যথা,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$  প্রভৃতি। উদ্বায়ী গ্যাসসমূহ নিম্নোক্ত হইয়াই প্রথমে একটি আংশিক জলপূর্ণ সিলিণ্ডারে প্রবেশ কবে এবং জলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত হইয়া যায় (চিত্র ২৫ ছ)। অতঃপর গ্যাস পব পব কতকগুলি শীতল-নলের ভিতর দিয়া পবিচালিত হয়। এই শীতল-নলগুলি একটি ট্যাঙ্কের সহিত যুক্ত থাকে। ঠাণ্ডা হওয়াব ফলে প্রায় সম্পূর্ণ আলকাতরাটুকু এবং জলীয় বাষ্প তবল হইয়া ট্যাঙ্কে সঞ্চিত হয়। কোন কোন গ্যাস জলে দ্রবীভূতও হইয়া যায়। ট্যাঙ্কের তবল পদার্থ দুইটি শুবে পৃথক হইয়া পড়ে। নীচের অংশে আলকাতরা জমিয়া থাকে এবং উহার উপবিভাগে একটি জলীয় অংশ পাওয়া যায়। এই জলীয় অংশে অ্যামোনিয়া দ্রবীভূত থাকে এবং ইহা “অ্যামোনিয়াক্যাল লিকব” (ammoniacal liquor) নামে পরিচিত। ইহার পব একটি কোক বা পানবের প্লেটে পরিপূর্ণ উচ্চ-স্তম্ভে গ্যাসটিকে যথাসম্ভব জলে ধৌত করা হয়। ইহাব পবেও গ্যাসের ভিতর কিছু সালফার-ঘটিত যোগ থাকে। জালানি-গ্যাসে কোন সালফার যোগ থাকা অবস্থিত। সুতবাং উহাকে দূব করার জন্ত গ্যাসটিকে আর একটি ছোট স্তম্ভের ভিতর দিয়া প্রবাহিত কবা হয়। এই স্তম্ভটিতে কয়েকটি তাকের উপর ফেরিক হাইড্রক্সাইড রাখা হয়। ফেরিক হাইড্রক্সাইড হাইড্রোজেন সালফাইড শোষণ কবিতা লয়। এইরূপে শোধিত হওয়ার পর যে গ্যাস পাওয়া যায় তাহাকেই কোল-গ্যাস বলা হয় এবং উহাকে বড় বড় গ্যাস-ট্যাঙ্কে সঞ্চিত করা হয় এবং প্রয়োজন অক্সধূম



ଚିତ୍ର ୨୫୫—କୋଲ-ଗ୍ୟାସ ଉତ୍ପତ୍ତି

বিভিন্ন জায়গায় পরিচালিত করা হয়। যে পরিমাণ ওজন কয়লার অন্তর্ভূমপাতন করা হয় তাহার প্রায় শতকরা ১৭ ভাগ কোল গ্যাস পাওয়া যায়।

ফেরিক হাইড্রক্সাইড হাইড্রোজেন সালফাইড দ্বারা ফেরিক সালফাইডে পরিণত হয়। তখন উহাকে স্পেন্ট-অক্সাইড (Spent oxide) বলে :—

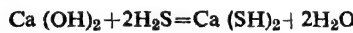


স্পেন্ট-অক্সাইড বাতাসে রাখিয়া দিলে ধীরে ধীরে আবার ফেরিক হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয় এবং সালফার পাওয়া যায়।



এই ফেরিক হাইড্রক্সাইড পুনরায় ব্যবহার করা যায়।

অনেক ক্ষেত্রে ফেরিক হাইড্রক্সাইডের পরিবর্তে কলিচুন (Slaked lime) ব্যবহৃত হয় :



বর্তমানে কোন কোন ফ্যাক্টরীতে কোল-গ্যাসকে সোডা এবং সোডিয়াম থায়ো-আর্সেনেটের দ্রবণের ভিতর দিয়া পরিচালিত করিয়া উহার  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCN}$  প্রভৃতি দূরীভূত হয়।

কোল-গ্যাসে সাধারণতঃ নিম্নলিখিত গ্যাসসমূহ থাকে :

মিথেন ৩০-৩৫% ; হাইড্রোজেন, ৪৫-৫০% ; ইথিলীন, ৪% ; কার্বন মনোক্সাইড, ৫-১০% ; নাইট্রোজেন, অক্সিজেন ইত্যাদি, ৫-৮%

কোল-গ্যাস সাধারণতঃ তাপ উৎপাদনের জন্তই প্রয়োগ করা হয়। কিন্তু ইথিলীন প্রভৃতি থাকার জন্ত সময় সময় ভাস্কর জালির সাহায্যে উহা আলোক-উৎপাদনেও ব্যবহৃত হয়।

কয়লার অন্তর্ভূমপাতনের ফলে কোক, গ্যাসকার্বন, আলকাতবা, অ্যামো-নিয়াক্যাল লিকর এবং কোল-গ্যাস—প্রধানতঃ এ পাঁচটি পদার্থ পাওয়া যায়। ইহাদের প্রত্যেকটিই খুব মূল্যবান এবং নানা রকম রাসায়নিক শিল্পে প্রয়োজনীয়।

জৈব-জাতীয় না হইলেও, অগ্ন্যাগ্নি জ্বালানি গ্যাস সম্পর্কে এখানে আলোচনা করা সমীচীন হইবে।

২৫-১৩। “প্রডিউসার গ্যাস” (Producer Gas) : প্রডিউসার গ্যাস নামক জ্বালানি প্রধানতঃ কার্বন মনোক্সাইড ও নাইট্রোজেনের মিশ্রণ। খেততপ্ত কোকের উপর দিয়া নিয়ন্ত্রিত পরিমাণ বায়ু পরিচালিত করিলে যে গ্যাস-মিশ্রণ পাওয়া যায় উহাই প্রডিউসার গ্যাস। একটি বিশেষ রকমেব চুল্লীতে (চিত্র ২৫ জ) উত্তপ্ত কয়লা লইয়া উহার নীচের দিক হইতে বায়ু প্রবেশ করান হয়। উপরের একপাশের নির্গম-নল দিয়া প্রডিউসার গ্যাস বাহির হইয়া যায়। এমন

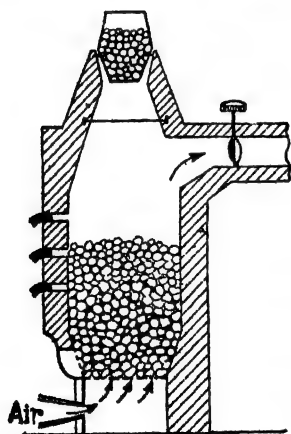
পরিমাণে বায়ু দেওয়া হয় যাহাতে কার্বন পুড়িয়া কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয়। যদি কোন কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয় তাহা হইলেও উহা উত্তপ্ত কোকের সংস্পর্শে বিজ্ঞারিত হইয়া কার্বন মনোক্সাইডে পরিণতি লাভ করে। নাইট্রোজেন অপরিবর্তিত অবস্থায় থাকে।



প্রডিউসার গ্যাসেব বিভিন্ন উপাদানগুলিব মোটামুটি আয়তন-অনুপাত :—

নাইট্রোজেন—৬২%, কার্বন মনোক্সাইড—১০%, হাইড্রোজেন—৪%, কার্বন ডাই-অক্সাইড ইত্যাদি—৪%।

জালানি হিসাবে ব্যবহৃত হওয়ার সময় প্রডিউসার গ্যাসের CO এবং H<sub>2</sub>



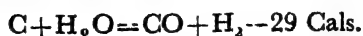
বাতাসেব অক্সিজেনেব সাহায্যে পুড়িয়া যায় এবং যথেষ্ট তাপ উদ্ভিগবণ কবে :—



অত্যন্ত জালানিব তুলনায় প্রডিউসার গ্যাসেব তাপ-উৎপাদন-ক্ষমতা খুব বেশী নয়। কিন্তু সহজে প্রস্তুত কবা যায় বলিয়া ধাতুনিষ্কাশন প্রক্রিয়াতে ও গ্যাস-ইঞ্জিনে প্রায়শই ইহা ব্যবহৃত হয়। প্রডিউসার গ্যাস যেখানে ব্যবহাব করা হয় প্রয়োজন কালে সেখানেই উৎপাদন কবিয়া লওয়া

চিহ্ন ২৫জ—প্রডিউসার গ্যাস উৎপাদন হয় এবং উত্তপ্ত গ্যাসই ব্যবহাব করা হয়।

২৫-১৪। ওয়াটার-গ্যাস (Water gas): লোহিত-তপ্ত কোকেব উপর দিয়া স্টীম পবিচালনা কবিলে রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। ইহাকেই ওয়াটার-গ্যাস বলে।

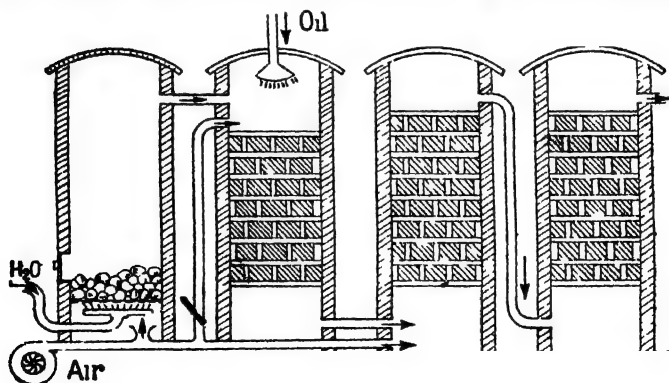


ইহারা উভয়েই দাহবলু, পুতরাং ওয়াটার-গ্যাস জালানি হিসাবে বিশেষ মূল্যবান। মোটামুটি ওয়াটার-গ্যাসেব বিভিন্ন উপাদানের আয়তন-অনুপাত :—

হাইড্রোজেন—৫২%, কার্বন মনোক্সাইড—৪০%, নাইট্রোজেন—২%, কার্বন ডাই-অক্সাইড—৪%, মিথেন—১% ইত্যাদি।

ওয়াটার-গ্যাস প্রস্তুত-কালে যে বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ হয় উহা তাপগ্রাহী। ফলে কিছুক্ষণ বিক্রিয়াটি হওয়ার পরই কোকের উষ্ণতা অনেক কমিয়া যায় এবং আর কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন পাওয়া যায় না। সুতরাং কিছুক্ষণ স্টীম পৰিচালিত কবিতা ওয়াটার-গ্যাস তৈয়ারী করা হইলে পৰ অপেক্ষাকৃত কম উষ্ণ কোকে উপব দিয়া বায়ু পরিচালনা করা হয়। ইহাতে প্রডিউসার গ্যাস হয় এবং আবাব কোক তপ্ত হইয়া উঠে। পুনর্বার স্টীম পরিচালনা করা হয়। এইভাবে ক্রমান্বয়ে স্টীম ও বায়ু প্রবাহ দ্বারা যে জ্বালানি পাওয়া যায় তাহা বস্তুতঃ ওয়াটার-গ্যাস ও প্রডিউসার গ্যাসের মিশ্রণ—ইহাকে সেমি-ওয়াটার-গ্যাস বলে। কোন কোন সময় বায়ু ও স্টীম প্রয়োজনীয় অনুপাতে একত্র পরিচালিত কবিতাও সেমি ওয়াটার-গ্যাস উৎপন্ন করা হয়।

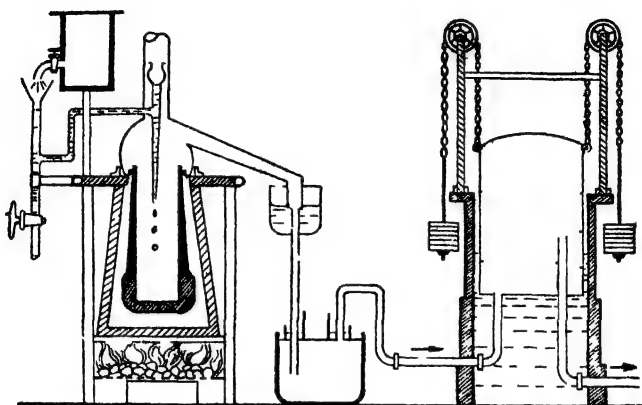
ওয়াটার-গ্যাস যখন জ্বালান হয় তখন উহা হইতে কোন উজ্জ্বল আলোক পাওয়া যায় না। আলোক-উৎপাদক রূপে ব্যবহার কবাব জ্বল ওয়াটার-গ্যাসের সহিত আজকাল খনিজতৈল-বাষ্প মিশ্রিত কবিতা লওয়া হয়। উত্তাপে খনিজতৈল-বাষ্প বিয়োজিত হইয়া লঘু হাইড্রোকার্বনে পরিণত হয়। এখন এই হাইড্রোকার্বন-যুক্ত ওয়াটার-গ্যাস ভাস্কর খোবিরাম জ্বালি উপর জ্বালিহলে



চিত্র ২৫ খ—কারবিউরেটেড ওয়াটার-গ্যাস উজ্জ্বল আলোক উৎপাদন করে। হাইড্রোকার্বন-মিশ্রিত ওয়াটার-গ্যাসকে কারবিউরেটেড ওয়াটার-গ্যাস বলে (চিত্র ২৫খ)।



২৫-১৫। অয়েল-গ্যাস (Oil Gas) : পেট্রোল, কেরোসিন প্রভৃতি খনিজ-তৈল ফোঁটা ফোঁটা করিয়া লোহিত-তপ্ত কোন লৌহ-কণ্ডে উহা



চিত্র ২৫ এ—অয়েল গ্যাস প্রস্তুতি

তৎক্ষণাৎ বিয়োজিত হইয়া বিভিন্ন হাইড্রোকার্বন গ্যাসে পবিণত হয়। সাধাবণ ল্যাবরেটরীতে এই অয়েল-গ্যাস অনেক সময় বুনসেন দীপ প্রভৃতিতে ব্যবহৃত হয়। ২৫এ চিত্রে অয়েল-গ্যাস প্রস্তুতিব একটি মোটামুটি ব্যবস্থা দেখান হইল।

বলা বাহুল্য, বিভিন্ন গ্যাসীয় ইন্ধনের তাপ উৎপাদনী শক্তি এক নহে। ইহার কাবণ ভিন্ন ভিন্ন জ্বালানি-গ্যাসের উপাদান ও তাহাদের অম্লপাত বিভিন্ন। উহাদের মোটামুটি তাপনমূল্য নিম্নে দেওয়া হইল :—

প্রতি ঘন ফুটে, প্রিউউসাব গ্যাস—১৪২ ব্রিটিশ তাপীয় একক ( B. T. U )

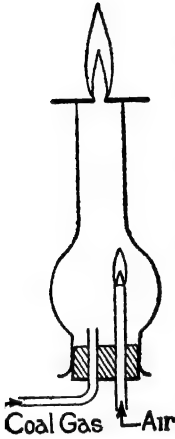
ওঘাটার গ্যাস— ৩০০    "    "    "

কোল-গ্যাস— ৫৬৬    "    "    "

এক পাউণ্ড জল এক ডিগ্রী ফারেনহাইট তাপিত করিতে যে তাপের প্রয়োজন ইহাকে ব্রিটিশ তাপীয় একক বলে।

২৫-১৬। দহন ও শিখা : যে সমস্ত রাসায়নিক ক্রিয়ার সময় তাপ ও আলোক উভয়েরই সৃষ্টি হয়, তাহাদিগকে দহন-ক্রিয়া বলে। কার্বন মনোক্সাইড, মোম, কেরোসিন প্রভৃতি পুড়িবার সময় দেখা যায় তাপ-সৃষ্টির সঙ্গে সঙ্গে আলোকও উৎপাদিত হয়। সুতরাং, এগুলিকে দহন-ক্রিয়া বলা যাইতে পারে। অধিকাংশ ক্ষেত্রেই অক্সিজেনের সহিত সংযোগের ফলে বা জারণের ফলে আলোক উৎপন্ন হইতে দেখা যায়। এই জন্ত আলোক উৎপাদন না হইলেও কোন কোন সময় অক্সিজেনের সাহায্যে জারণক্রিয়াকেই দহন বলিয়া উল্লেখ করা হয়। যেমন,

শরীরের অভ্যন্তরে খাদ্যবোয়র জারণকে প্রায়ই মৃদু-দহন বলা হয়, কিন্তু প্রকৃতপক্ষে যে সমস্ত তাপ-উৎসারী বিক্রিয়াতে আলো বিকিরণ হয় তাহাদিগকেই শুধু দহন-ক্রিয়া বলা যায়। যেমন, যেত ফসফরাস ও আরোডিন মিশ্রিত করিলেই উহার জ্বলিয়া উঠে এবং ফসফরাস আরোডাইডে পরিণত হয়। ইহা দহনের একটি প্রকৃষ্ট উদাহরণ, যদিও তাহাতে অক্সিজেনের সংশ্রব নাই।



চিত্র ২৫ট—বাতাসের দহন

অতএব, যে কোন দহন-ক্রিয়াতে দুইটি বিক্রিয়ক অংশ গ্রহণ করিয়া থাকে। সাধারণতঃ উহাদের যেটি আপাতদৃষ্টিতে জ্বলিয়া আলোক উৎপাদন করে তাহাকে দাহ্য বস্তু বলা হয়। অপর যে পদার্থের আবেষ্টনীতে বা আবহাওয়ায় দহন-ক্রিয়াটি নিষ্পন্ন হয় তাহাকে দহন-সহায়ক বলিয়া গণ্য করা হয়। যেমন কোল-গ্যাস ও হাইড্রোজেন যখন বাতাসে বা অক্সিজেনে জ্বলিয়া থাকে, তখন কোল-গ্যাস ও হাইড্রোজেনকে দাহ্য পদার্থ মনে করা হয় এবং বাতাস অথবা অক্সিজেনকে দহন-সহায়ক বলা হয়।

তুইটি গ্যাসীয় পদার্থ যখন দহন-ক্রিয়াতে অংশ গ্রহণ করে তখন যে স্থানটুকু হইতে উহাদের বাসায়নিক ক্রিয়াব ফলে আলোক-উৎপাদন হয় তাহাকেই শিখা বলে। মোমবাতির শিখা বলিতে, মোমের বাষ্প যে স্থানটুকু ভিতর অক্সিজেনের সহিত মিলিত হইয়া আলো বিকিরণ করিয়া থাকে, তাহাই মোমের শিখা।

কোল-গ্যাস, হাইড্রোকার্বন, মোম প্রভৃতির শিখা মোটামুটি চারিটি অংশে বিভক্ত করা চলে।

(১) শিখাটির প্রায় মধ্যস্থলের অভ্যন্তরভাগে একটি ঈষৎ কৃষ্ণ মণ্ডলী থাকে। এখানে অপরিবর্তিত গ্যাস অথবা অল্পাধিক বিযোজিত হাইড্রোকার্বন বাষ্প থাকে। এই অংশে একটি দেশলাইয়ের কাঠি অবশেষ করাইয়া দিলেও উহা প্রজ্বলিত হইবে না।

একটি সৰু কাচের নলের একটি মুখ এই অংশে রাখিয়া বাতাসের অপর মুখটিতে আগুন ধরাইয়া দিলে উহা জ্বলিতে থাকিবে। অর্থাৎ এই স্থানেব অপরিবর্তিত গ্যাস সৰু নল দিয়া আসিয়া বাতাসে প্রজ্বলিত হইতে থাকে (চিত্র ২৫ট)।

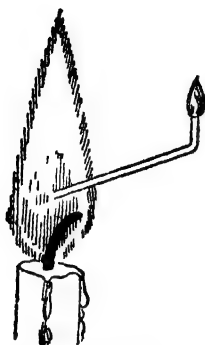
(২) শিখার অধিকাংশ স্থান জুড়িয়া যে উজ্জ্বল আলোক-যুক্ত হলুদ অংশ দেখা যায় সেখানে হাইড্রোকার্বনের আংশিক দহন হয় এবং খুব দক্ষ কার্বন কণার ক্ষুদ্র ঐরূপ উজ্জ্বলতার সৃষ্টি হয়। একটি পর্সেলানের বেসিন এই অংশে ধরিলে সহজেই উহা গায়ে কালো কার্বন জমিয়া যায়।

(৩) সমস্ত শিখাটির চতুর্দিকে ঈষৎ নীলাভ একটি আবরণ দেখা যায়। এখানে দহন সম্পূর্ণ হইয়া দাহ্যবস্তুর জলীয় বাষ্প এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়।



চিত্র ২৬ট—আমোনিয়া-শিখা

(৪) শিখার গোড়ার দিকে খুব ছোট একটু গাঢ় নীল অংশ থাকে এখানেও অবশ্য দহন-ক্রিয়া সম্পূর্ণ হইয়া থাকে।



চিত্র ২৫৬

বুনসেন দীপে যখন কোল-গ্যাস পোড়ান হয়, তখন দীপের ভিতরেই উহার সহিত বায়ু মিশ্রিত কবিয়া দেওয়া হয়। এই শিখাতে দীপের মুখে একটি ছোট নীল অংশ থাকে—উহাতে অপরিণত কোল-গ্যাস থাকে। তাহার উপরের দ্বয় নীলাভ অংশে কোল-গ্যাসের আংশিক দহন হয় এবং বাহিরের প্রায় বর্ণহীন বড় অংশে এই দহন সম্পূর্ণ হয়। কিন্তু বুনসেন দীপের মধ্যে যদি বায়ু দেওয়া না হয় তাহা হইলে দহন সম্পূর্ণ না হওয়াব জন্ত একটি ভুস। কয়লার যোঁষায়ুক্ত হলদে আলোকশিখা পাওয়া যায়।

## ২৫-১৭। হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত

হাইড্রোকার্বন : পূর্বেই দেখিয়াছি, হাইড্রোকার্বনের

হাইড্রোজেন পবমাণুগুলি হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপন করা সম্ভব। এক বা একাধিক হাইড্রোজেন পবমাণু বিভিন্ন হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত কবিয়া শত শত নূতন যৌগের সৃষ্টি করা হইয়াছে। যেমন :—

$\text{CH}_3\text{I}$ —মিথাইল আয়োডাইড

$\text{CCl}_4$ —কার্বন টেট্রাক্লোরাইড

$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ —ইথাইল ব্রোমাইড

$\text{CHCl}_3$ —ক্লোরোফর্ম

$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ —ডাইক্লোরো ইথেন

$\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ —ইথিলীন ডাইব্রোমাইড

$\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$ —টেট্রাক্লোরো ইথেন

$\text{CHI}_3$ —আয়োডোফর্ম

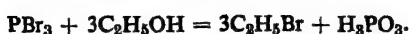
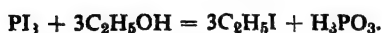
$\text{C}_2\text{Cl}_6$ —হেক্সাক্লোরো ইথেন

ইত্যাদি

সচরাচর অ্যালকোহলের উপর ক্লোরিনের হ্যালাইডের ক্রিয়া সাহায্যেই অ্যালকিল হ্যালাইড উৎপাদন করা হয়। যেমন,



$\text{PCl}_5$  যে কোন পদার্থের  $\text{OH}$  মূলককে  $\text{Cl}$  দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে। অত্যাণ্ড ক্লোরিন হ্যালাইডও অনুরূপ বিক্রিয়া করে—



বিভিন্ন অ্যালকিল হ্যালাইডের রাসায়নিক ধর্ম একই রকমের। নানা রকম

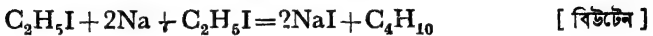
বিকারকের সাহায্যে উহাদের হ্যালোজেন পরমাণুটি প্রতিস্থাপন করা সম্ভব। উদাহরণ স্বরূপ ইথাইল আয়োডাইডের বিক্রিয়াগুলি উল্লেখ করা যাইতে পারে :—

### ইথাইল আয়োডাইড :

(১) জাযমান হাইড্রোজেনের সহিত ( $Zn + HCl$ ) :—

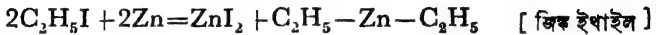


(২) সোডিয়ামের সহিত [ ইথিবীয় দ্রবণে ] :—

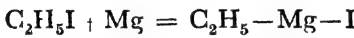


ইহাকে “ভার্জ-প্রক্রিয়া” (Wurtz reaction) বলে।

(৩) দস্তাবজঃ সহযোগে ( উত্তপ্ত অবস্থায় ) :—

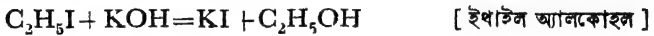


(৪) ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর সহিত [ ইথিবীয় দ্রবণে ] :—

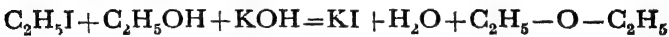


[ ইথাইল ম্যাগনেসিয়াম আয়োডাইড ]

(৫) কস্টিক পটাসের জলীয় দ্রবণের সহিত :—



কস্টিক পটাসের কোহলীয় দ্রবণের সহিত :—



[ ইথার ]

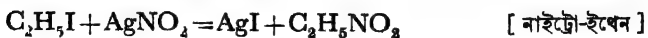
পটাসিয়াম হাইড্রোসালফাইডের সহিত :—



(৬) অ্যামোনিয়া এবং KCN-এব কোহলীয় দ্রবণের সহিত :—



(৭) সিলভার নাইট্রাইটের সহিত :—



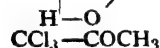
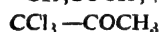
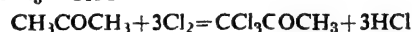
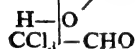
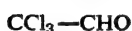
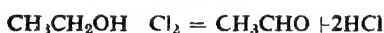
অতএব, অ্যালকিল হ্যালাইড হইতে নানা প্রকার যৌগ উৎপাদন সহজেই সম্ভব। অপেক্ষাকৃত নিষ্ক্রিয় প্যাবাকিন হইতে বিভিন্ন প্রকার যৌগ পাওয়ার একটি উপায়, উহাদের অ্যালকিল হ্যালাইডে পরিণত করিয়া উপযুক্ত বিকারক প্রয়োগ করা।

অগ্রান্ত ছালোজেন প্রতিস্থাপিত হাইড্রোকার্বনের মধ্যে ক্লোরোফর্ম ও অয়োডোফর্ম বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ।

২৫-১৮। ক্লোরোফর্ম ( $\text{CHCl}_3$ )। প্রস্তুতি : (১) বিবজ্জক চূর্ণ দ্বারা ইথাইল অ্যালকোহলকে জারিত ও আর্দ্রবিলেপিত কবিশা ক্লোরোফর্ম তৈয়ারী করা হয়।

একটি কুপীতে জল ও বিবজ্জক চূর্ণ মিশাইয়া উহাতে খানিকটা ইথাইল অ্যালকোহল অথবা অ্যাসিটোন দেওয়া হয়। মিশ্রণটি বেশ ভাল কবিশা কাঁকাইয়া আস্তে আস্তে তাপিত কবিলে ক্লোরোফর্ম উদ্ধাষিত হইতে থাকে। পাতনের সাহায্যে ক্লোরোফর্ম পৃথক কবিশা সংগৃহীত হয়।

বিবজ্জক চূর্ণ হইতে জলের দ্বারা প্রথমে ক্লোবিন ও চুন উৎপন্ন হয়। ক্লোরিন অ্যালকোহলকে জারিত কবে এবং চুন অত্যন্ত আর্দ্রবিলেপণে সাহায্য কবে।



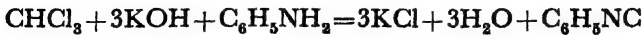
**ধর্ম :** ক্লোরোফর্ম ভাবী, অদাহ, বর্ণহীন, মিষ্টগন্ধযুক্ত তরল পদার্থ। ফ্রুটনাক,  $61^\circ\text{C}$ । ইহা জলে অদ্রব্য কিন্তু ইথাইল বা কোহলের সঙ্গে সহজেই মিশে। আলোর সান্নিধ্যে ক্লোরোফর্ম বাতাসের অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়া করে এবং বিযাক্ত কার্বনিল ক্লোবাইড উৎপন্ন হয়। এইজন্য ইহাদের লাল রংয়ের বোতলে রাখা হয়।  $\text{CHCl}_3 + \text{O} = \text{COCl}_2 + \text{HCl}$

(ক) কঠিক পটাসের কোহলীয় দ্রবণের সহিত ফুটাইলে ক্লোরোফর্ম বিযোজিত হইয়া কঠিক অ্যাসিডে পরিণত হয় :—



(কঠিক অ্যাসিড)

(খ) অ্যানিলিন ও কল্টিক পটাসের সহিত ক্লোরোফর্ম সামান্য উষ্ণ করিলেই, তীব্র দুর্গন্ধ যুক্ত ফিনাইল-আইসোসায়ানাইড উৎপন্ন হয়। এই প্রক্রিয়ার সাহায্যেই ক্লোরোফর্মের অস্তিত্ব নিরূপিত হয়।



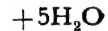
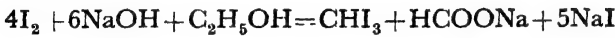
[ অ্যানিলিন ]

[ ফিনাইল-আইসোসায়ানাইড ]

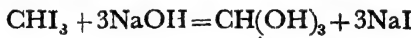
**ব্যবহার :** চেতনানাশক হিসাবে ক্লোরোফর্ম সর্বদাই ব্যবহৃত হয়। ঔষধ হিসাবেও ইহার ব্যবহার আছে। তৈল, আঠা, উপক্কাব প্রভৃতি নিষ্কাশনে ক্লোরোফর্ম জৈবজীবক রূপে প্রায়ই ব্যবহৃত হয়।

**২৫-১৯। আয়োডোফর্ম,  $\text{CHI}_3$ । প্রস্তুতি :** আয়োডিন এবং ক্ষারের সাহায্যে ইথাইল অ্যালকোহল কিংবা অ্যাসিটোন হইতে আয়োডোফর্ম প্রস্তুত করা হয়।

গাঢ় কল্টিক সোডাভ দ্রবণে উহার এক-পঞ্চমাংশ অ্যালকোহল এবং অতিরিক্ত পরিমাণ আয়োডিন মিশাইয়া  $90-100^\circ\text{C}$  উষ্ণতায় রাখিয়া দেওয়া হয়। মিশ্রণটি ঈষৎ হল্দ্দে হইয়া যায় এবং ঠাণ্ডা করিলে উহা হইতে স্ফটিকাকারে আয়োডোফর্ম অধঃক্ষিপ্ত হয়।



**ধর্ম :** আয়োডোফর্ম ঈষৎ হল্দ্দে স্ফটিকাকার পদার্থ ( $112^\circ\text{C}$ )। ইহাব একটি বিশিষ্ট তীব্র গন্ধ আছে। জলে অদ্রবণীয়। ইহাকে উদ্বাপিত কবা যায়। ইহার বাসায়নিক ধর্ম ক্লোরোফর্মের অনুরূপ।



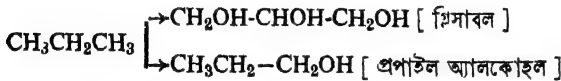
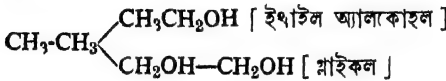
( ফর্মিক অ্যাসিড )

বীজবারক হিসাবে আয়োডোফর্ম সচরাচর ব্যবহৃত হয়।

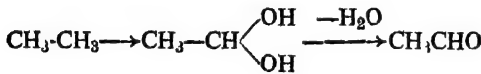
## ষড়বিংশ অধ্যায়

### কোহল ও ইথার

২৬-১। কোহল : হাইড্রোকার্বনের এক বা একাধিক হাইড্রোজেন-কে OH মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপন করিতে পারিলে যে সকল যৌগ পাওয়া যাইবে তাহাদিগকেই কোহল বা আলকোহল বলে। যেমন :—

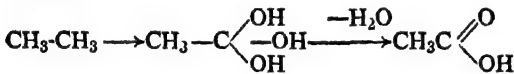


একটি বিষয় স্মরণ রাখা প্রয়োজন যে যদি দুই বা ততোধিক OH মূলক একই কার্বন পরমাণুতে যুক্ত হয় তবে তৎক্ষণাৎ উহা হইতে একটি জলের অণু বিচ্ছিন্ন হইয়া পড়ে। ইহার ফলে নানা বকম যৌগ উৎপন্ন হয়। যেমন :—



[ ইথেন ]

[ অ্যাসিট্যালডিহাইড ]



[ অ্যাসিটিক অ্যাসিড ]

আলকোহলগুলিকে তিনটি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে—প্রাইমারী সেকেন্ডারী এবং টারসিয়ারী।

(১) প্রাইমারী আলকোহল (Primary alcohol)। এই সকল কোহলে— $\text{CH}_2\text{OH}$  পরমাণুপুঞ্জ থাকিবে, যেমন,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ;  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ , ইত্যাদি।

(২) সেকেন্ডারী আলকোহল (Secondary alcohol)। এই সমস্ত কোহলে  $=\text{CHOH}$  পরমাণুপুঞ্জ থাকিবে। যেমন,  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHOHCH}_3$ ; ইত্যাদি।

(৩) টারসিয়ারী আলকোহল (Tertiary alcohol)। এ সকল কোহলে  $>\text{COH}$  পরমাণুপুঞ্জ থাকিতে হইবে। যথা,  $(\text{CH}_3)_3\text{C}(\text{OH})$ ;  $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{OH}$ ; ইত্যাদি।

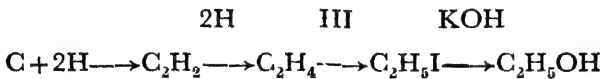
যে সমস্ত অ্যালকিল মূলক OH এর সঙ্গে যুক্ত থাকে তদনুযায়ী অ্যালকোহলের নামকরণ হয়। যেমন,  $C_2H_5OH$  ( ইথাইল অ্যালকোহল ),  $CH_3OH$  ( মিথাইল অ্যালকোহল ),  $C_4H_9OH$  ( বিউটাইল অ্যালকোহল ) ইত্যাদি।

অ্যালকোহলে একটি OH মূলক থাকিলে উহাদের মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল [  $C_2H_5OH, CH_3OH$  ], দুইটি OH মূলক থাকিলে উহাদের ডাইহাইড্রিক অ্যালকোহল [  $CH_2OH-CH_2OH$  ] বলা হয়। গ্লিসারিন,  $CH_2OH-CHOHCH_2OH$  অতএব ট্রাইহাইড্রিক অ্যালকোহল।

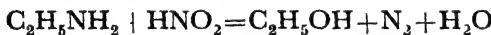
২৬-২। অ্যালকোহল প্রস্তুতি : হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেনকে OH দ্বারা সর্বাসরি প্রতিস্থাপন সম্ভব নয়। সুতরাং পৰোক্ষ উপায়ে অ্যালকোহল প্রস্তুত করা হয়। যেমন :—

(১) অ্যালকিল হ্যালাইডের সহিত কঠিন পটাসের বিক্রিয়ার সাহায্যে ;  
 $C_2H_5I + KOH = C_2H_5OH + KI$ .

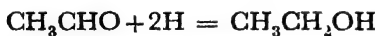
বস্তুত: এই পদ্ধতিতে উপাদানগুলির সংশ্লেষণ দ্বারাই অ্যালকোহল পাওয়া যাইতে পারে :—




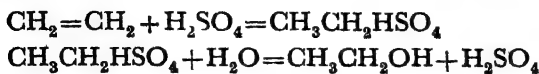
(২) অ্যালকিল-আমিন নাইট্রাস অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অ্যালকোহল উৎপাদন হবে :—



(৩) অ্যালডিহাইডকে জাযমান হাইড্রোজেন ( $Na + H_2O$ ) দ্বারা বিজাবিত করিয়া অ্যালকোহল পাওয়া সম্ভব।



(৪) ইথিলীন জাতীয় অপরিপূক্ত হাইড্রোকার্বনকে অত্যন্ত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত  করিয়া আর্দ্রবিশ্লেষণ করিলে অ্যালকোহল পাওয়া যায়। যেমন—



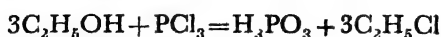
২৫-৩। অ্যালকোহলের ধর্ম : সাধারণ অবস্থায় অ্যালকোহল তরল পদার্থ এবং বিশিষ্ট গন্ধযুক্ত। অণুব আয়তন বৃদ্ধির সঙ্গে উহা গাঢ় হইয়া



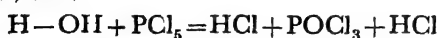
কঠিনাকার ধারণ করে। হালকা কোহলগুলি জলের সহিত সমসত্ত্ব মিশ্রণ করে।

সমগোত্রীয় বলিয়া সমস্ত কোহলেরই রাসায়নিক ধর্ম মোটামুটি একই রকম। উদাহরণ স্বরূপ ইথাইল অ্যালকোহলের ধর্মগুলি ব উল্লেখ করা যায়।

(১)  $\text{PCl}_3$  অথবা  $\text{PCl}_5$  এর বিক্রিয়ার ফলে অ্যালকোহলের  $\text{OH}$  মূলক প্রতিস্থাপিত হইয়া থাকে।

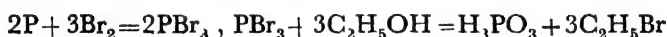


বস্তুত: যে কোন  $\text{OH}$  মূলক সমন্বিত পদার্থের সঙ্গে  $\text{PCl}_5$  অথবা  $\text{PCl}_3$  বিক্রিয়া করে; যেমন:—

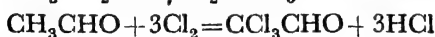
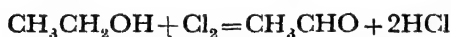


সুতরাং অ্যালকোহলে  $\text{OH}$  মূলকেব অন্তিত্ব উপবোক্ত বিক্রিয়া দ্বারা প্রমাণিত হয়।

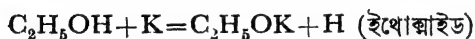
ব্রোমিন অথবা আয়োডিন এবং লাল কসফবাস দ্বারা কোহলের  $\text{OH}$  মূলক উক্ত হ্যালাজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



(২) ক্লোরিন অ্যালকোহলকে জ্বাতিত করিয়া থাকে:—

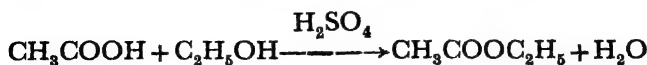


(৩) অ্যালকোহলের সহিত  $\text{Na}$  অথবা  $\text{K}$  ধাতু বিক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন উৎপাদন করে:—



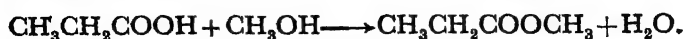
(৪) বিভিন্ন জৈব এবং অজৈব অ্যাসিডের সহিত অ্যালকোহল বিক্রিয়া করিয়া “এস্টার” জাতীয় যৌগ সৃষ্টি করে এবং জল উৎপন্ন হয়। গাঢ়  $\text{H}_2\text{SO}_4$  বা অন্যান্য উপযুক্ত নিরুদক সাহায্যে প্রক্রিয়াটি করা হয়।

অ্যাসিডের আয়নিত হাইড্রোজেন পরমাণুটি অ্যালকোহলের অ্যালকিল মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে “এস্টার” (ester) পাওয়া যায়।

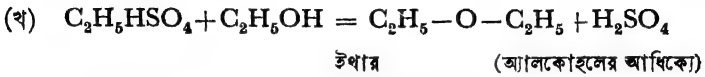
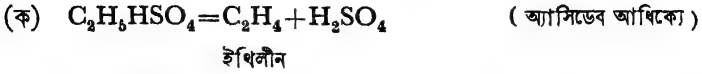
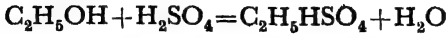


(অ্যাসেটিক অ্যাসিড)

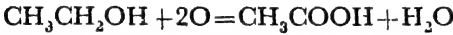
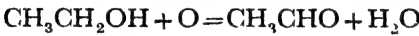
(এস্টার)



(৫)  $১০০^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতায় গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড অ্যালকোহল সহ এস্টার সৃষ্টি করে। অধিকতর উষ্ণতায় অ্যালকোহলের অম্লপাতাত্মকীয় দুই রকম ভাবে ইহা বিয়োজিত হয়।

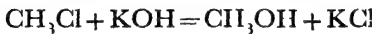


(৬)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  এবং  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দ্বারা অ্যালকোহল জ্বাবিত হইয়া প্রথমে অ্যালডিহাইড এবং পবে অ্যাসিড দিয়া থাকে।



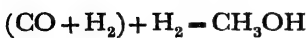
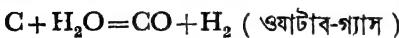
সাধারণ কোহলের ভিতর মিথাইল এবং ইথাইল অ্যালকোহলই বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

২৬-৪। মিথাইল অ্যালকোহল,  $\text{CH}_3\text{OH}$  : (১) মিথাইল অ্যালকোহল মিথাইল ক্লোরাইডের উপর কস্টিক পটাসের বিক্রিয়ার ফলে পাওয়া যায়।



বিস্তৃত প্রচুর পরিমাণে ইহা চাহিদা থাকার জগৎ আবও সহজ ও সস্তা উপায়ে ইহা প্রস্তুত হয়।

(২) ওয়াটার-গ্যাস আবও হাইড্রোজেনের সহিত মিশ্রিত করিয়া  $৪০০^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতায় ক্রোমিয়াম ও জিঙ্ক অক্সাইড প্রভাবকের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে মিথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়। মিশ্রণটিকে অন্ততঃ ২০০ অ্যাটমসফিয়ার চাপে বাধিতে হইবে



(৩) কার্ঠের অন্তর্ধূমপাতনে উদ্ভাবী পদার্থগুলিকে ঘনীভূত করিয়া যে তরল পদার্থ পাওয়া যায়, তাহার দুইটি অংশ আছে। (ক) আলকাতরার অংশ, (খ) জলীয় অংশ, পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড (Pyroligneous acid)। এই

জলীয় অংশে নানাবিধ জৈব যৌগিকেব সঙ্গে মিথাইল অ্যালকোহলও থাকে। ইহা ছাড়া কোক বকযন্ত্রে থাকিয়া যায়।

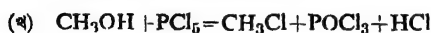
জলীয় অংশ পৃথক্ করিয়া লইয়া একটি তামার ট্যাঙ্কে রাখিয়া ফুটান হয়। ইহাতে যে বাষ্প উথিত হয় তাহাতে মিথাইল অ্যালকোহল, অ্যাসেটিক অ্যাসিড, অ্যাসিটোন প্রভৃতি থাকে। বাষ্পটি ঈষৎ উষ্ণ গোলাচুনের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিলে, অ্যাসেটিক অ্যাসিড দূর্বীভূত হয়। অতঃপর ঠাণ্ডা করিয়া মিথাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসিটোনের একটি মিশ্রণ পাওয়া যায়। আংশিক পাতনের সাহায্যে এই মিশ্রণ হইতে অ্যাসিটোন এবং মিথাইল অ্যালকোহল উদ্ধার করা হয়।

বর্তমানে অধিকাংশ মিথাইল অ্যালকোহলই ওয়াটার-গাস হইতে প্রস্তুত হয়। ভারতবর্ষে কাঠের অন্তর্ভূমপাতনের সাহায্যে ইহা তৈয়ারী হয়। মহাশূণ্যের ভ্রমাবতীতে এই কারখানা আছে।

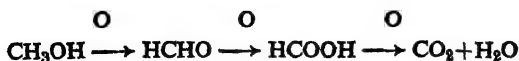
মিথাইল অ্যালকোহল মোটরের জ্বালানি হিসাবে বহুল ব্যবহৃত হইতেছে। প্লাস্টিক শিল্পের ফরম্যালডিহাইড তৈয়ারী করার জন্যও প্রচুর মিথাইল অ্যালকোহল প্রয়োজন। তাছাড়া, নানাপ্রকার বর্ণ, সুগন্ধ, ঔষধ, বার্নিশ, পালিশের কাজে মিথাইল অ্যালকোহল ব্যবহৃত হয়। দ্রাবক হিসাবেও মিথাইল অ্যালকোহলের চাহিদা আছে।

**ধর্ম:** মিথাইল অ্যালকোহল মিষ্টগন্ধযুক্ত বর্ণহীন তরল পদার্থ। ফুটনাঙ্ক,  $68.5^{\circ}\text{C}$ । শরীরেব উপর ইহাব বিক্রিয়া আছে। জলের সহিত ইহা যে কোন পরিমাণে সমস্ত মিশ্রণ করে।

পূর্বে উল্লিখিত কোহলের সমস্ত বাসায়নিক গুণই মিথাইল অ্যালকোহলে বিদ্যমান, যেমন :—



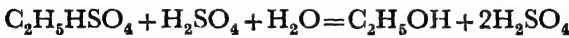
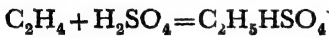
জারণের কালে মিথাইল অ্যালকোহল প্রথমে ফরম্যালডিহাইড ও ফরমিক অ্যাসিডে পবিণত হয় এবং শেষ পর্যন্ত  $\text{CO}_2$ -এ রূপান্তরিত হয়।



• (ফরম্যালডিহাইড) (ফরমিক অ্যাসিড)

২৬-৫। **ইথাইল অ্যালকোহল,  $C_2H_5OH$**  : কোহল গোষ্ঠীতে ইথাইল অ্যালকোহলের গুরুত্বই সর্বাধিক। বৎসরে লক্ষ লক্ষ মণ ইথাইল অ্যালকোহল প্রয়োজন হয়। বর্তমানে ইহা প্রধানতঃ দুইটি উপায়ে প্রস্তুত করা হয়।

(১) ইথিলীন গ্যাসকে  $৮০^{\circ}-১০০^{\circ}C$  উষ্ণতায় গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে শোষণ করিয়া লওয়া হয়। ইহাতে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট হয়। পরে উহাকে ৫০% সালফিউরিক অ্যাসিড সহ ফুটাইলে ইথাইল অ্যালকোহল হয়। পাতিত করিয়া উহা সংগ্রহ করা হয়।



(২) চিনির কোহল-সন্ধান দ্বারা : ঈস্ট নামক খুব ছোট একপ্রকার উদ্ভিদ আছে। ইহার বংশবৃদ্ধির জন্ত সাধারণতঃ অগ্ন্যাগ্ন পদার্থের ধ্বংসের উপর নির্ভর করে। যদি খানিকটা ঈস্ট গ্লুকোজের জলীয় দ্রবণে সাধারণ অবস্থায় মিশাইয়া রাখা যায়, তবে খানিকক্ষণ পরে উহার উপরে কেনা সঞ্চিত হইবে এবং মনে হইবে যে উহা ফুটিতেছে যদিও উষ্ণতা বৃদ্ধি পায় না। বস্তুতঃ গ্লুকোজ বিয়োজিত হইয়া ইথাইল অ্যালকোহল ও কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়।  $CO_2$  গ্যাস নির্গমনের ফলেই উহাকে ফুটন্ত বলিয়া মনে হয়।

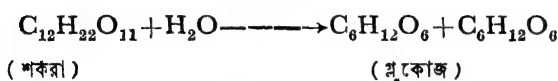


(গ্লুকোজ)

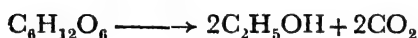
পরীক্ষায় জানা গিয়াছে যে, এই রাসায়নিক বিক্রিয়ার জন্ত ঈস্টের অভ্যন্তরস্থ একটি নাইট্রোজেন ঘটিত জটিল পদার্থই দায়ী। ইহার নাম দেওয়া হইয়াছে “জাইমেস” (Zymase)। যদিও জীবন্ত কোষে ইহার উদ্ভব, কিন্তু জাইমেস একটি জটিল রাসায়নিক পদার্থ মাত্র। ইহার নিজের কোন প্রাণশক্তি নাই। প্রভাবক হিসাবে ইহার উপস্থিতি হইয়া গ্লুকোজের বিয়োজন ঘটায়, ইহাদের নিজেদের কোন রূপান্তর হয় না। জাইমেস সাহায্যে এই প্রক্রিয়াকে “কোহল সন্ধান” (alcoholic fermentation) বলা হয়। ঈস্টের কোষগুলিকে শুকাইয়া লইয়া উহা হইতে “জাইমেস” নিষ্কাশিত করা যায়। সেই “জাইমেস” দ্বারাও গ্লুকোজের সন্ধান করা সম্ভব। অতএব, সন্ধান-প্রক্রিয়াতে জীবনীশক্তির প্রয়োজন নাই।

নানা রকম জীবকোষে এইরূপ বিভিন্ন রকমের জটিল পদার্থ পাওয়া গিয়াছে ইহার প্রভাবকরূপেও বিভিন্ন প্রক্রিয়া সংঘটিত করে। এই পদার্থগুলিকে বলে এনজাইম বা উৎসেচক। বিভিন্ন বিক্রিয়াতে বিভিন্ন এনজাইম প্রয়োজন হয় এবং একই জীবকোষে একাধিক প্রকারের এনজাইম থাকিতে পারে। এনজাইমগুলি সচরাচর সাধারণ উষ্ণতায় কাষকরী হইয়া থাকে। আমাদের জিভের লালাতে “টাইলিন” (ptylin) নামক একটি এনজাইম আছে। উহা ভাতের স্টার্চকে মল্টোজ নামক চিনিতে পরিণত কবে, যাহাতে উহা সহজপাচ্য হইতে পারে। ঈস্ট কোষে আব একটি এনজাইম আছে—ইনভারটেজ (Invertase)। উহা শর্করাকে গ্লুকোজে পরিণত করিয়া দেয়। ফলে, আখের চিনির লঘু দ্রবণে ঈস্ট দিলে প্রথমে চিনি হইতে গ্লুকোজ হইবে এবং পরে ইথাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হইবে। দুইটিই সন্ধান-প্রক্রিয়া এবং উৎসেচক সাহায্যে সম্পন্ন হইবে।

ইনভারটেজ



জাষ্টমেস



আলু, চাউল, ভুট্টা প্রভৃতি সহজলভ্য ও সস্তা স্টার্চ জাতীয় পদার্থ হইতে বর্তমানে সন্ধান-পদ্ধতিতে ইথাইল অ্যালকোহল প্রস্তুত হয়। আলুগুলিকে পাতলা পাতলা করিয়া কাটিয়া অতিরিক্ত চাপে স্টীমের সহিত সিদ্ধ করিয়া পিষ্ট করিলে কোষ হইতে স্টার্চ বাহির হইয়া পড়ে। ইহার সহিত মল্ট (Malt) অথবা মিউকার (Mucor) মিশ্রিত করা হয়।

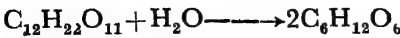
খানিকটা বালি সামান্য জলের সহিত মিশাইয়া খোলা রাখিয়া দিলে উহা কাঁপিয়া ওঠে এবং পচন শুরু হয়। ইহাকে মল্ট বলে। মিউকার একজাতীয় ছত্রাক। মল্ট এবং মিউকার উভয়ের ভিতরেই “ডায়াস্টেস” (Diastase) নামক উৎসেচক আছে।

জল মিশ্রিত স্টার্চের সহিত মল্ট বা মিউকার মিশাইয়া দিলে  $50^\circ\text{C}$  উষ্ণতায় ডায়াস্টেস দ্বারা স্টার্চ সন্ধিত হইয়া মল্টোজে পরিণত হয়। অল্পক্ষণেই এই বিক্রিয়া সম্পন্ন হইয়া যায়।  $2(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x + x\text{H}_2\text{O} = (\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})_x$

তৎপর ঠাণ্ডা করিয়া ঈস্ট মেশানো হয়। ঈস্টের মধ্যে “মালটেজ”

(Maltase) নামক এনজাইম দ্বারা মলটোজ গ্লুকোজে পরিণত হয়। ইহাও আর্দ্র বিশ্লেষণ।

মালটেজ

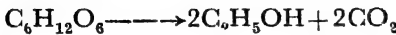


মলটোজ

গ্লুকোজ

এই গ্লুকোজ সঙ্গে সঙ্গেই জাইমেস দ্বারা ইথাইল অ্যালকোহলে পরিণত হয়।

জাইমেস



এই অ্যালকোহলে জল মিশ্রিত থাকে। পুনঃপুনঃ আংশিক পাতন কবিত্বা উহাকে শতকরা ৯৫.৬% কবা হয়। ইহা বাজাবে Rectified spirit নামে বিক্রয় হয়। সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ ইথাইল অ্যালকোহল পাঠিতে হইলে প্রথমতঃ চুন এবং পবে ক্যালসিয়াম ধাতুর সান্নিধ্যে পাতিত কবিত্বা লইতে হয়।

**ধর্ম ও ব্যবহার :** ইথাইল অ্যালকোহল একটি বর্ণহীন উদ্বায়ী তরল পদার্থ। স্ফুটনাঙ্ক,  $78.5^{\circ}C$ । ইহাব একটি মিষ্ট গন্ধ আছে। জলের সহিত ইহা যে কোন পবিমাণে সমসত্ত্ব হইয়া মিশিতে পাবে।

ইথাইল অ্যালকোহলের বাসায়নিক ধর্ম অত্যাগ্ৰ অ্যালকোহলের মতই। উহাব বাসায়নিক ধর্মাবলী ৫৭ পৃষ্ঠাতে আলোচিত হইয়াছে।

নানা প্রযোজনে ইথাইল অ্যালকোহল ব্যবহৃত হয়, যেমন :—

(ক) ইথাব, অ্যাসেটিক অ্যাসিড, ক্লোরোফর্ম, আযোডোফর্ম প্রভৃতি জৈব-জাতীয় পদার্থ প্রস্তুতিতে, (খ) কোন কোন সাবান এবং বলকাবী ঔষধ প্রস্তুতিতে, (গ) মোটবের জালানী হিসাবে ( পেট্রোলের সহিত মিশ্রিত ), (ঘ) বঙ্গন শিল্প ও বেয়ন শিল্পে, (ঙ) বীজবাবক হিসাবে. (চ) পানীয় মদ্যরূপে—বিযাব, জইন্ধি ইত্যাদি, (ছ) মেথিলেটেড স্পিবিটে। বানিশেব কাজে প্রচুব মেথিলেটেড স্পিবিট ব্যবহৃত হয়। উহা বস্তুতঃ ইথাইল কোহল। ইথাইল কোহলের সহিত খানিকটা পাইবোলিগনিয়াস অ্যাসিড জাত স্পিরিট, কিছু পিবিডিন ও ত্রাপখা মিশাইয়া উহাকে বিষাক্ত কবিত্বা দেওয়া হয় যাহাতে লোকে পান কবিতে না পারে।

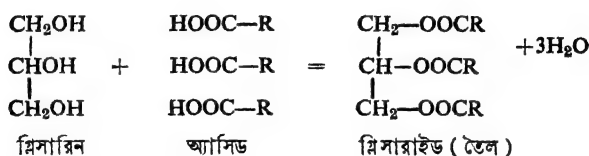
**২৬-৬। মিথাইল ও ইথাইল অ্যালকোহলের পার্থক্য :**

(১) আযোডিন ও কন্টিকসোড সাহায্যে ইথাইল কোহল আযোডোফর্ম উৎপন্ন করে। মিথাইল কোহলের কোন পবিবর্তন হয় না।

(২) অ্যাসিড ও ডাইক্রোমেট দ্বারা জারিত করিলে মিথাইল কোহল করম্যানড্রাইড এবং ইথাইল কোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড দেয়। বিশিষ্ট গন্ধ দ্বারা উহাদের চিহ্নিত করা যায়।

(৩) স্ট্রালিসিলিক অ্যাসিড ও সালফিউবিক অ্যাসিড মিথাইলে মিথাইল অ্যালকোহল হইতে মিথাইল স্ট্রালিসিলেট পাওয়া যায়। উহার বিশিষ্ট গন্ধ আছে। ইথাইল স্ট্রালিসিলেটের গন্ধ সম্পূর্ণ ভিন্ন।

২৬-৭। গ্লিসারিন, ( গ্লিসারল :  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$  : এই ট্রাই-হাইড্রিক কোহলটিও সমধিক পবিচিত। উদ্ভিজ্জ এবং প্রাণিজ তৈল বা চর্বিব ইহা একটি উপাদান। গ্লিসারিন এবং কোন অ্যাসিডের সংযোগে বিভিন্ন তৈলজাতীয় পদার্থ উৎপন্ন হইয়াছে। এইজন্ত উহাদিগকে গ্লিসারাইড বলে।

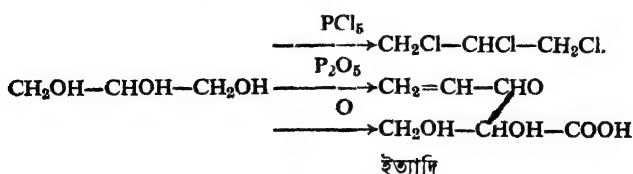


এইজন্তই তৈল বা চর্বি জাতীয় যৌগকে কর্ণ স্টক সোডাব সাহায্যে আর্দ্রবিলেবিত কবিলে গ্লিসারিন পাওয়া যায়।

তৈল + NaOH — গ্লিসারিন + অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণ ( সাবান )

নারিকেল তৈলকে কর্ণ স্টক সোডার সহিত উত্তপ্ত কবিলে সাবান এবং গ্লিসারিন তৈয়াবী হয়। সাবানটি সরাইয়া লহলে, যে তবল পদার্থ পড়িয়া থাকে উহাতে গ্লিসারিন থাকে। অশুশ্রেয় পাতনের সাহায্যে উতার জল দূরীভূত কবিয়া গ্লিসারিন পাওয়া যায়।

গ্লিসারিন বর্ণহীন, গন্ধহীন, মিষ্টস্বাদযুক্ত, ভাবী, তবল পদার্থ। স্ফুটনাঙ্ক,  $290^\circ\text{C}$ । গ্লিসারিনে অ্যালকোহলের সমস্ত গুণই বিদ্যমান, যেমন

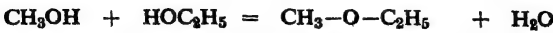


**ব্যবহার :** নাইট্রো-গ্লিসারিন নামক বিস্ফোরক প্রস্তুতিতে প্রচুর গ্লিসারিন প্রয়োজন। উহা হইতে ডিনাইট্রিট তৈয়ারী করা হয়। ঔষধেও গ্লিসারিন ব্যবহার হয়। নানারকম এসাধক জব্যেও গ্লিসারিন প্রয়োগ করা হয়।

২৬-৮। ইথার,  $C_2H_5-O-C_2H_5$  : উপযুক্ত নিরুদকের সাহায্যে দুইটি অ্যালকোহলের অণু হইতে একটি জলের অণু সরাইয়া লইলে, যে পদার্থের সৃষ্টি হয় তাহাকে ইথার বলে। যথা :—



ডাই-মিথাইল ইথার



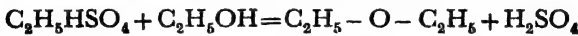
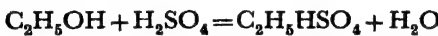
মিথাইল-ইথাইল ইথার



ডাই-ইথাইল ইথার

সাধারণতঃ ইথার বলিতে ডাই-ইথাইল ইথারকে বুঝায়। স্পষ্টতঃই ইথার অ্যালকিল অক্সাইড ব্যতীত আর কিছু নয়। ইথারের অক্সিজেন পরমাণুটির সহিত কোন হাইড্রোজেন সংযুক্ত নাই। অর্থাৎ ইথারে কোন OH মূলক নাই।

**প্রস্তুতি :** গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা ইথাইল অ্যালকোহল নিরুদিত করিয়া ইথার প্রস্তুত করা হয়।



ইথার অত্যন্ত উষ্ণায়ী বর্ণহীন তরল পদার্থ। ফ্রুটনাক,  $36^\circ C$ । ইহা জল অপেক্ষা অনেক হাল্কা। ইথার জলের সহিত মেশে না। বাতাসের সঙ্গে মিশ্রিত অবস্থায় ইথারের বাষ্পে আগুন ধরাইয়া দিলে বিস্ফোরণ সংঘটিত হয়।

ইথারের কোহলের মত রাসায়নিক সক্রিয়তা নাই।

(১) OH মূলক না থাকার জন্ত সাধারণতঃ  $PCl_5$  এর সহিত ইথার কোন ক্রিয়া করে না। কিন্তু উত্তপ্ত অবস্থায়  $PCl_5$  দ্বারা ইথার ইথাইল ক্লোরাইডে পরিণত হয়।



(২) HI গ্যাস দ্বারা ইহা বিয়োজিত হইয়া যায় :—



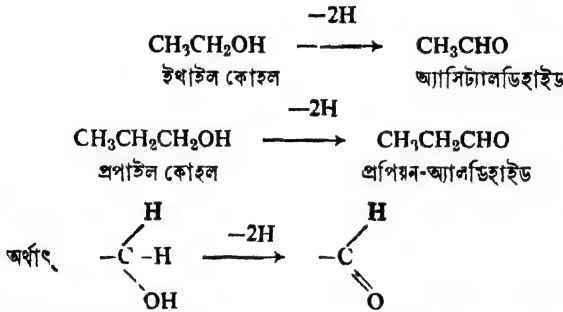
তৈলজাতীয় দ্রব্য, আঠা, এবং অন্যান্য জৈবপদার্থের দ্রাবক হিসাবে ইথার ব্যবহৃত হয়। পেট্রোলের সঙ্গেও ইথার ব্যবহার করা হয়। ক্রোরোকের্মের পরিবর্তে অনেক ক্ষেত্রে ইথার ডেডনানাক হিসাবে প্রয়োগ করা হয়।



## সপ্তবিংশ অধ্যায়

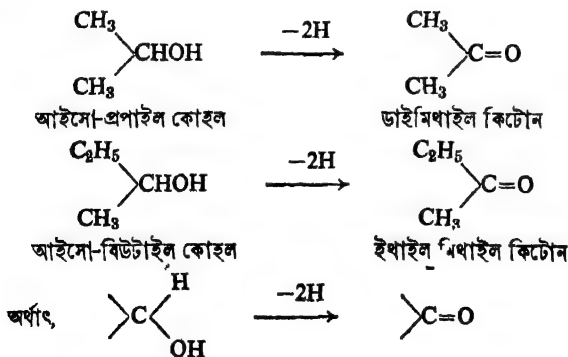
### অ্যালডিহাইড এবং কিটোন

২৭-১। অ্যালডিহাইড : প্রাইমারী কোহলকে ধীরে ধীরে জাবিত করিলে উহার  $-\text{CH}_2\text{OH}$  পবমানুগু হইতে দুইটি হাইড্রোজেন বিতাড়িত হইয়া থাকে। ইহার ফলে যে পদার্থ উদ্ভূত হয় তাকেই অ্যালডিহাইড বলে। যেমন :—



অতএব অ্যালডিহাইড মাড্রেই  $-\text{CHO}$  মূলক থাকিবে এবং কার্বনের অবশিষ্ট যোজ্যকেব সহিত অ্যালকিল মূলক অথবা হাইড্রোজেন যুক্ত থাকিবে।

২৭-২। কিটোন : সেকেন্ডারী কোহলকে অনুরূপভাবে জাবিত করিলে উহার  $-\text{CHOH}-$  গুঞ্জ হইতেও দুইটি হাইড্রোজেন বিতাড়িত হইয়া যায়। উদ্ভূত পদার্থকে কিটোন বলা হয়।

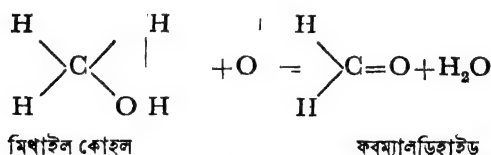


সুতরাং, কিটোন মাড্রেই  $>\text{C}=\text{O}$  মূলক থাকিবে এবং কার্বনের অবশিষ্ট দুইটি যোজ্যতা অ্যালকিল মূলকদ্বারা যুক্ত থাকিবে।

আলডিহাইড এবং কিটোন এই দুই জাতীয় পদার্থেই  $C=O$  আছে এবং এই  $C=O$  পুঞ্জকে কার্বনিল-মূলক বলা হয়। ফলে, আলডিহাইড এবং কিটোনের বাসায়নিক গুণাবলীর মধ্যে অনেক সাদৃশ্য দেখা যায়।

ফরম্যালডিহাইড এবং অ্যাসিট্যালডিহাইড এই দুইটিই আলডিহাইড গোষ্ঠীর ভিতর বিশেষ উল্লেখযোগ্য। বস্তুতঃ অ্যাসিট্যালডিহাইডকে সমস্ত আলডিহাইডের প্রতীক মনে করা যাইতে পারে। নিম্নে উহাদের বিস্তৃত আলোচনা করা হইতেছে।

২৭-৩। ফরম্যালডিহাইড,  $HCHO$ । প্রস্তুতি : বাতাসের সহিত মিথাইল কোহলের বাষ্প মিশ্রিত কাঁচের উত্তপ্ত পাত্রে তাপজালি (  $600^\circ C$  ) উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে ফরম্যালডিহাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। উহাকে জলে শোষণ করাইলে ফরম্যালডিহাইড দ্রবণ পাওয়া যায়।

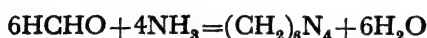


ধর্ম : ফরম্যালডিহাইড তীব্র গন্ধযুক্ত গ্যাস। জলে উহা অত্যন্ত দ্রবণীয়।

(১) ফরম্যালডিহাইডের বিজারণের ফলে মিথাইল কোহল এবং জারণের ফলে ফর্মিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



(২) ফরম্যালডিহাইড অ্যামোনিয়াম সহিত বিক্রিয়া করিয়া কঠিন ইউরো-ট্রোপিন উৎপন্ন করে।

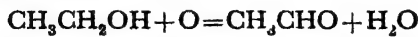


অত্যন্ত রাসায়নিক বিক্রিয়া ঠিক অ্যাসিট্যালডিহাইডের মত। পরবর্তী পৃষ্ঠাতে সেগুলি আলোচিত হইয়াছে।

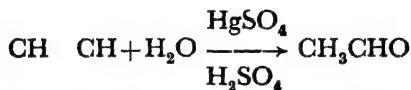
প্লাস্টিক শিল্পে প্রচুর ফরম্যালডিহাইড প্রয়োজন হয়। ব্যাকলাইট ফরম্যালডিহাইড হইতে তৈয়ারী হয়। বীজবারক হিসাবে প্রচুর ফরম্যালডিহাইড ব্যবহৃত হয়। চর্ম শিল্পে, রঞ্জক প্রস্তুতিতে এবং কোন কোন বিস্ফোরক তৈয়ারী করিতেও ফরম্যালডিহাইড প্রয়োজন হয়।

২৭-৪। অ্যাসিট্যালডিহাইড,  $\text{CH}_3\text{CHO}$ । প্রস্তুতি :

(১) বিচূর্ণ ডাইক্রোমেট ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত ইথাইল কোহল উত্তপ্ত কবিতা পাতিত করিলে অ্যাসিট্যালডিহাইড পাওয়া যায়। ইথাইল কোহল জ্বািত হইয়া যায়।



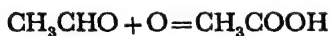
(২) প্রচুর পরিমাণে অ্যাসিট্যালডিহাইড আজকাল অ্যাসিটলীন গ্যাস হইতে প্রস্তুত করা হয়।  $\text{HgSO}_4$  (২০%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) প্রভাবকের সাহায্যে অ্যাসিটলীন গ্যাস  $১০.০^\circ\text{C}$  উষ্ণতায় জল গ্রহণ করিয়া অ্যাসিট্যালডিহাইডে পরিণত হয়।



ধর্ম : অ্যাসিট্যালডিহাইড বর্ণহীন তরল পদার্থ। ঘূটনাঙ্ক,  $২১^\circ\text{C}$ । বিস্তৃত অবস্থায় ইহার একটি ঝাঁঝাল তীব্র গন্ধ আছে। জল, কোহল, ইথাইল প্রভৃতির সহিত ইহা সমসত্ত্বভাবে মিশিতে পারে।

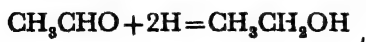
অ্যাসিট্যালডিহাইডের রাসায়নিক সক্রিয়তা বিশেষ উল্লেখযোগ্য। অত্যন্ত অ্যালডিহাইডেও এই সকল ধর্ম পবিলক্ষিত হয়।

(১) বাতাসের অক্সিজেন অথবা অত্যন্ত জ্বাবক দ্রব্যের সহিত রিক্রিয়াক ফলে অ্যাসিট্যালডিহাইড সমসংখ্যক কার্বনযুক্ত অ্যাসিডে পরিণত হইয়া থাকে :—



( অ্যাসেটিক অ্যাসিড )

(২) পক্ষান্তরে সোডিয়াম পারদসঙ্কর এবং জল হইতে উৎপন্ন হাইড্রোজেন বাবা অ্যাসিট্যালডিহাইড বিজারিত হইয়া কোহলে পরিণত হয়।

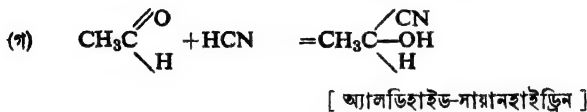
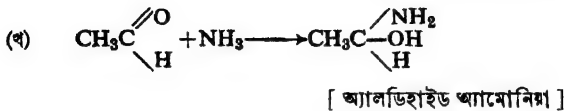
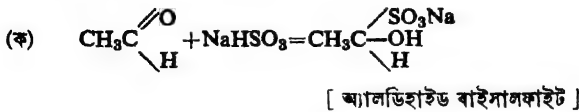


(৩) অ্যাসিট্যালডিহাইডের অক্সিজেন পবমণ্ডি  $\text{PCl}_5$  এর ক্রোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়, কিন্তু কোন  $\text{HCl}$  উৎপন্ন হয় না।  $\text{OH}$  মূলক থাকিলে এইরূপ বিক্রিয়ায়  $\text{HCl}$  উপজাত হইত।

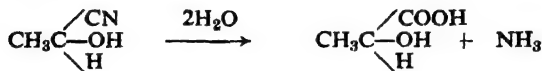


(৪)  $-\text{CHO}$  মূলক থাকার জন্য অ্যাসিট্যালডিহাইড নানা রকম পদার্থের

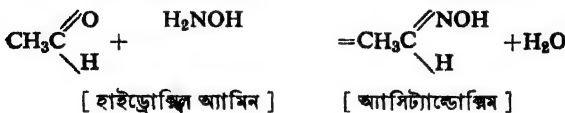
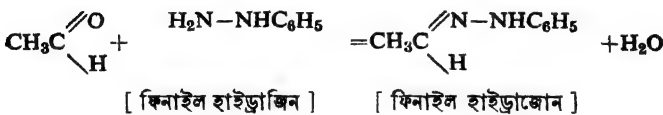
সহিত যুত-যোগিক (additive) সৃষ্টি করে। এই সকল বিক্রিয়ার সময় কার্বনিল-পুঞ্জের দ্বিবদ্ধটি উন্মুক্ত হইয়া যায়। যেমন :—



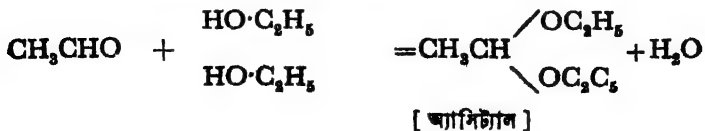
সায়ানহাইড্রিন-যোগ আর্দ্র-বিপ্লবিত হইয়া অ্যাসিড উৎপন্ন করে। এই-ভাবে অনেক সময় অ্যাসিড তৈয়াবী করা হয়।



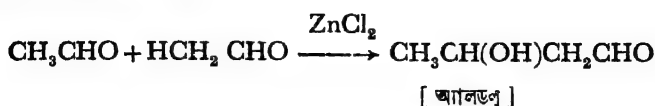
(৫) নানা রকম অ্যামিনো-যোগের সহিত অ্যাসিট্যালডিহাইড সহজেই বিক্রিয়া কবে। এই সকল বিক্রিয়াতে একটি জলের অণু বিচ্ছিন্ন হইয়া যায়।



(৬) HCl গ্যাস প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যাসিট্যালডিহাইড কোহলের সহিত যুক্ত হয়, একটি জলের অণু বিচ্ছিন্ন হইয়া যায়।

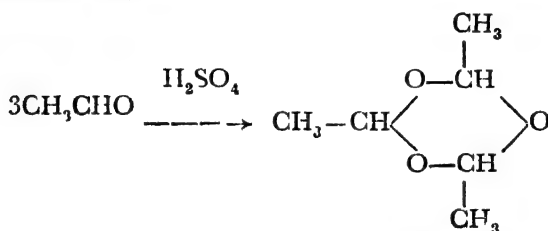


(১) **বহু-সংযোগ ক্রিয়া :** (ক) লবু-ক্ষারদ্রবণ অথবা জিঙ্ক ক্লোরাইড প্রভাবকেব সান্নিধ্যে, দুইটি অ্যাসিট্যালডিহাইড অণু মিলিত হইয়া অ্যালডল নামক যৌগ উৎপাদন করে।



OH এবং CHO এই উভয় মূলক থাকার জন্য অ্যালডলে কোহল এবং অ্যালডিহাইড উভয়েরই ধর্ম বিদ্যমান।

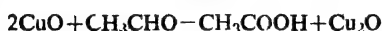
(খ) অনাদ্র অ্যাসিট্যালডিহাইডে একফোটা গাঢ়  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দিলে, অ্যাসিট্যালডিহাইডের তিনটি অণু যুক্ত হইয়া একটি ভাবী তবল পদার্থের সৃষ্টি করে। ইহার নাম প্যাবা-অ্যালডিহাইড :



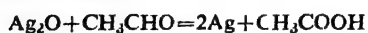
( প্যাবা-অ্যালডিহাইড )

**অ্যাসিট্যালডিহাইডের পরীক্ষা :** নিম্নলিখিত পরীক্ষার সাহায্যে অ্যালডিহাইডের অস্তিত্ব প্রমাণ করা যায়।

(ক) ক্ষারীয় কোলোড্রবণ অ্যাসিট্যালডিহাইড সহ গরম করিলে দ্রবণের নীল বর্ণ দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং লাল বিউপ্রাস অংশে বিভক্ত হয়।



(খ) অ্যামোনিয়াযুক্ত সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ অ্যালডিহাইড সহ উষ্ণ করিলে উহা হইতে শান্তব সিলভার অংশীকৃত হইয়া পাতের গায়ে জামমা থাকে।

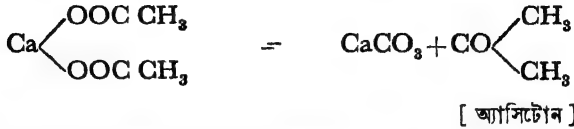


(গ) বর্ণহীন ম্যাগনেটর দ্রবণে অ্যালডিহাইড দিলে উহা তৎক্ষণাৎ লাল বর্ণ ধারণ করে।

## অ্যাসিটোন

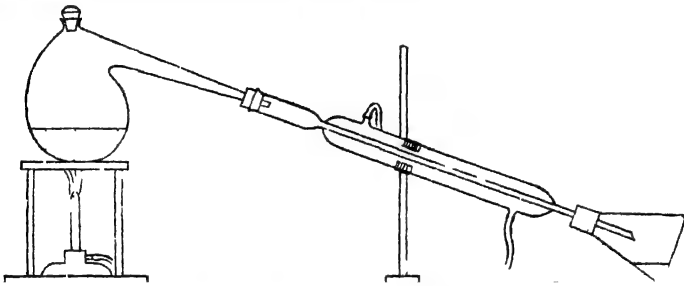
**২৭-৫। ডাইমিথাইল কিটোন,  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$  :** ইহাই কিটোনদের মধ্যে সর্বাপেক্ষা সরল। ইহা সাধারণতঃ অ্যাসিটোন নামে পরিচিত।

**প্রস্তুতি :** বকযন্ত্রে অনার্দ্র এবং বিশুদ্ধ ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট লইয়া উত্তপ্ত করিলে, উহা তাপ-বিয়োজিত হইয়া অ্যাসিটোন উৎপন্ন করে। উদ্বায়ী অ্যাসিটোনের বাষ্প শীতকের সাহায্যে ঠাণ্ডা করিয়া গ্রাহকে সংগৃহীত করা হয় (চিত্র ২৭ক)।



আবও নানাবিধ উপায়ে অ্যাসিটোন প্রস্তুত করা হয়।

কার্বেল অক্সিডেশনের ফলে যে পাইব্যালিগনিয়াস অ্যাসিড পাওয়া যায়, উহা হইতে অ্যাসিটোন প্রধানতঃ সংগৃহীত হয়।



চিত্র ২৭ক—অ্যাসিটোন প্রস্তুতকরণ

**ধর্ম :** অ্যাসিটোন বর্ণহীন বিশিষ্ট গন্ধযুক্ত তরল পদার্থ। স্ফুটনাঙ্ক,  $56.5^\circ\text{C}$ । অ্যাসিটোন দাহ্য পদার্থ। কোহল, ইথাব প্রভৃতির সঙ্গে অ্যাসিটোন যে কোন অনুপাতে সমসত্ত্বভাবে মিশিতে পারে। অ্যাসিটোনের বাসায়নিক ধর্মগুলি অগ্রাণ্ড সমস্ত কিটোনেই পবিলক্ষিত হয়।

(১) জ্বাণের ফলে অ্যাসিটোন হইতে অ্যাসেটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

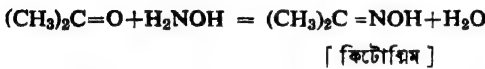
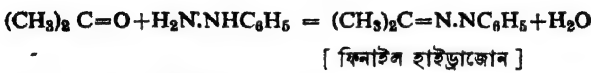
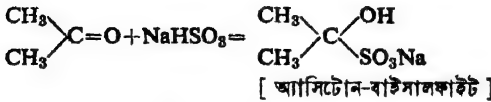
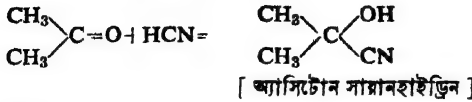


কিটোনের জ্বাণে যে অ্যাসিড হয় তাহাতে সর্বদাই কার্বনের সংখ্যা হ্রাস পায়।

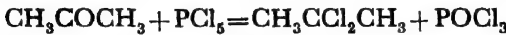
(২) জায়মান হাইড্রোজেন ( $\text{NaHg} + \text{H}_2\text{O}$ ) দ্বারা বিজ্ঞাবিত করিলে অ্যাসিটোন আইসোপ্রোপাইল কোহলে পরিণত হইয়া যায়।



(৩) কার্বনিল-পুঞ্জ থাকার জন্য অ্যালডিহাইডের মতই, অ্যাসিটোন নানারকম রূত-রাসায়নিক সৃষ্টি কবিত্তে পাবে :—



(৪)  $\text{PCl}_5$  এব সহিত অ্যাসিটোন বিক্রিয়া কবিত্তা ডাই-ক্লোৰো-প্রোপেন দেখ।



(৫) অ্যাসিটোন  $\text{I}_2$  এবং ক্ষাবের সহিত আয়োডোফর্ম উৎপন্ন করে এবং বিরঞ্জক চূর্ণ দ্বারা ক্লোরোফর্ম পবিণত হয়।

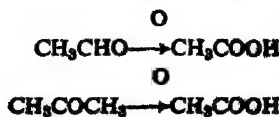
**ব্যবহার**—ক্লোরোফর্ম, আয়োডোফর্ম ও কোন কোন ঔষধ প্রস্তুতিতে অ্যাসিটোন ব্যবহৃত হয়। সেলুলয়েড ও আবণ্ড কতকগুলি দ্বার্টিক শিল্পে অ্যাসিটোন প্রয়োজন হয়। ত্রাবক হিসাবে অ্যাসিটোন প্রচুর ব্যবহৃত হয়।

**পরীক্ষা :** (১) আয়োডিন এবং অ্যামোনিয়া দ্বারকের সংযোগে অ্যাসিটোন হইতে আয়োডোফর্ম কটিক পাওয়া যায়। (২) সোডিয়াম নাইট্রোপ্রসাইড ও কটিক-সোডার সংযোগে অ্যাসিটোন কমলা বর্ণ ধারণ করে। ধীরে ধীরে উহা হ্রুদে হইয়া যায়।

### ২৭-৬। অ্যাসিটোন ও অ্যালডিহাইডের তুলনা :

(১) কার্বনিল পুঞ্জ থাকার জন্য অধিকাংশ রাসায়নিক ধর্মই উত্তরের এক রকম।  $\text{PCl}_5$ , অ্যামিনো যৌগ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{NaHSO}_3$  প্রভৃতি বিকারকের সহিত অ্যাসিটোন এবং অ্যালডিহাইড টিক একইরূপ বিক্রিয়া করে।

(২) জারণের কলে অ্যালডিহাইড সমসংখ্যক কার্বন পরমাণুসম্বিত অ্যাসিড দেয়। কিন্তু ক্রিটোনের জারণের কলে যে অ্যাসিড পাওয়া যায়, তাহাতে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা হ্রাস পায়।



(৩) বিজারণের ফলে অ্যালডিহাইড প্রাইমারী কোহল, এবং অ্যাসিটোন সেকেন্ডারী কোহল উৎপন্ন করে।

(৪) অ্যালডিহাইড কার্যকর কেলিং এবং সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ বিজারিত করে। অ্যাসিটোনের এইরূপ বিজারণ ক্ষমতা নাই।

(৫) অ্যাসিট্যালডিহাইড সংযোগ মাত্রই বর্ণহীন ম্যাক্লেটার রঙ পুনরুদ্ধার করে কিন্তু অ্যাসিটোন সহজে এরূপ করিতে পারে না।

(৬) অ্যাসিট্যালডিহাইডের বহু-সংযোগ ক্রিয়া সহজেই নিষ্পন্ন হয়। অ্যাসিটোনের এরূপ বিক্রিয়া দেখা যায় না।

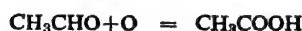
## অষ্টাবিংশ অধ্যায়

### জৈব-অ্যাসিড

আমরা দেখিয়াছি, অ্যালডিহাইডের জারণের ফলে অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। অ্যালডিহাইডের— $\text{CHO}$  মূলকের সহিত একটি অক্সিজেন পরমাণু যুক্ত হইয়া উহা— $\text{COOH}$  মূলকে পবিণত হয়। অ্যাসিড মাত্রেরই পরমাণুতে— $\text{COOH}$  মূলক থাকিবে। অর্থাৎ যে সকল জৈব-যৌগে— $\text{COOH}$  মূলক আছে উহারাই অ্যাসিড।



ফরম্যালডিহাইড                      ফরমিক অ্যাসিড



অ্যাসিট্যালডিহাইড                      অ্যাসেটিক অ্যাসিড

দেখা যাইতেছে, হাইড্রোকার্বনের জারণের ফলে ক্রমে ক্রমে কোহল, অ্যালডিহাইড এবং সর্বশেষে অ্যাসিড পাওয়া যায়।

$\text{CH}_4 \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH}$	$\longrightarrow \text{HCHO}$	$\longrightarrow \text{HCOOH}$
মিথেন      মিথাইল কোহল	ফরম্যালডিহাইড	ফরমিক অ্যাসিড
$\text{C}_2\text{H}_6 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	$\longrightarrow \text{CH}_3\text{CHO}$	$\longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$
ইথেন      ইথাইল কোহল	অ্যাসিট্যালডিহাইড	অ্যাসেটিক অ্যাসিড
$\text{C}_3\text{H}_8 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	$\longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$	$\longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
প্রোপেন      প্রোপাইল কোহল	প্রোপিয়ন-অ্যালডিহাইড	প্রোপিয়নিক অ্যাসিড



—COOH মূলকটিকে কার্বোক্সিল মূলক বলে। উহার যোজ্যতা

এক,  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \quad \text{OH} \end{array}$  । অতএব অ্যাসিডের সাধারণ সঙ্কেত  $\text{R}-\text{COOH}$  ।

$\text{R}$  যে কোন অ্যালকিল মূলক বুঝাইতে পারে। ইহারা সর্বদাই ক্ষারের সহিত বিক্রিয়া করে এবং —COOH মূলকের হাইড্রোজেনটি বিয়োজিত হইয়া  $\text{H}^+$  আয়ন উৎপন্ন করে। এইজন্য ইহাদেব অ্যাসিড বলা হয়।



বহু জৈবপদার্থের অন্তরে একাধিক —COOH মূলকও থাকিতে পারে। সংখ্যা-অনুযায়ী অ্যাসিডগুলিকে মনো-কার্বক্সিলিক, ডাই-কার্বক্সিলিক, ট্রাই-কার্বক্সিলিক ইত্যাদি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে। যেমন :—

মনো-কার্বক্সিলিক অ্যাসিড;  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$

ডাই-কার্বক্সিলিক অ্যাসিড;  $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{array}$ ,  $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{COOH} \end{array}$

অ্যালিক অ্যাসিড

সার্বিক অ্যাসিড

$\text{HOOC}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{COOH}$  (টারটারিক অ্যাসিড)

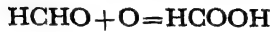
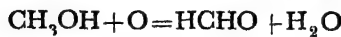
ট্রাই-কার্বক্সিলিক অ্যাসিড;  $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{COOH} \\ | \\ \text{C}(\text{OH})\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{COOH} \end{array}$  (সাইট্রিক অ্যাসিড)

নানারকমেব অ্যাসিড আমাদের বিভিন্ন কাজে প্রয়োজন। যেমন অ্যাসেটিক অ্যাসিড (সিঁকা) খাদ্য প্রস্তুতিতে, অ্যালিক অ্যাসিড, টারটারিক অ্যাসিড, সাইট্রিক অ্যাসিড বস্ত্ররঞ্জন ব্যবহার হয়। শেফোল্ড অ্যাসিডরূপে নানা পানীয় প্রস্তুতিতেও ব্যবহৃত হয়। টারটারিক অ্যাসিড তৈরিতে এবং সাইট্রিক অ্যাসিড লেবুতে পাওয়া যায়।

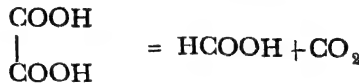
আমরা এখানে আপাততঃ মনো-কার্বক্সিলিক অ্যাসিড সম্বন্ধেই আলোচনা করিব। এই অ্যাসিডগুলি প্রায়ই জান্তব চর্বি অথবা উদ্ভিজ্জ তৈল হইতে পাওয়া গিয়াছে বলিয়া উহাদেব অনেক সময় “ফ্যাটি অ্যাসিড” অথবা “স্নেহজ্ঞ অম্ল” বলা হয়। সব রকমের তৈল বা চর্বিতেই আমরা কোন না কোন ফ্যাটি অ্যাসিডকে গ্লিসারিনের সহিত যুক্ত দেখিতে পাই। খুব সাধারণ দুই একটি অ্যাসিডের পর্যালোচনা করিলেই অ্যাসিড-গোষ্ঠীর মোটামুটি পরিচয় পাওয়া যাইবে।

২৮-১। ফরমিক অ্যাসিড ( $\text{HCOOH}$ ) : লাল পিপড়ার কামড়ে ক্ষে-  
রস নিঃসৃত হয় উহাতে ফরমিক অ্যাসিড থাকে।

প্রস্তুতি : (১) প্লাটিনাম প্রভাবকেব সাহায্যে অক্সিজেন দ্বারা ফর্ম্যাল-  
ডিহাইড অথবা মিথাইল কোহলেব জ্বাণেব ফলে ফরমিক অ্যাসিড পাওয়া যায়:—

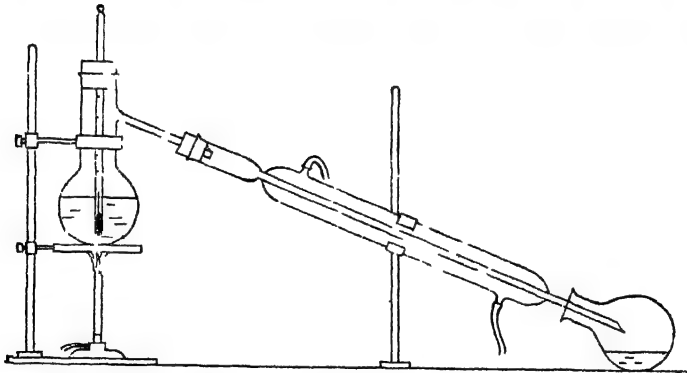


(২) ল্যাবরেটরীতে সচবাচর মিসারনেব সহিত অক্সালিক অ্যাসিড উত্তপ্ত  
করিয়া ফরমিক অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়।



মিসারিনেব কোন পরিবর্তন হয় না।

একটি পাতন কুপীকৃত সম পরিমাণ অক্সালিক অ্যাসিড দ্রব ও মিসারিন লওয়া হয়। কুপীর  
মুখটি কঁক দ্বারা বন্ধ করিয়া একটি থার্মোমিটার জুড়িয়া দেওয়া হয়। কুপীর পার্শ্ববর্তী নলটির

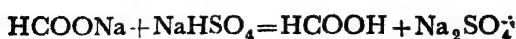


চিত্র ২৮ক—ফরমিক অ্যাসিড প্রস্তুতি

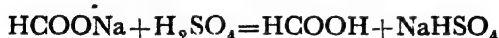
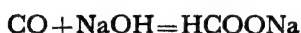
সহিত একটি লীতক ও গ্রাহক আঁটিয়া মিশ্রণটিকে  $110^\circ\text{C}$  উষ্ণতায় পাতিত করা হয় (চিত্র ২৮ক)।  
জল ও ফরমিক অ্যাসিড পাতিত হইয়া গ্রাহকে সঞ্চিত হয়। এইভাবেই ফরমিক অ্যাসিড দ্রবণ  
প্রস্তুত হয়।

জলীয় দ্রবণ হইতে সবাসবি পাতন দ্বারা বিশুদ্ধ ফরমিক অ্যাসিড পাওয়া  
যায় না। জলীয় দ্রবণের সহিত সোডিয়াম কার্বনেট মিশাইলে সোডিয়াম  
ফরমেট লবণ পাওয়া যায়। গাঢ় দ্রবণ হইতে সোডিয়াম ফরমেট কেলাসিত

করিয়া পৃথক করা হয়। উহাকে  $\text{NaHSO}_4$  এর সহিত পাতিত করিলে গ্রাহকে বিস্তৃত ফরমিক অ্যাসিড পাওয়া সম্ভব।

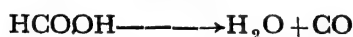


(৩) অতিরিক্ত চাপে কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস উত্তপ্ত কঠিক সোডার ( $210^\circ\text{C}$ ) উপর দিয়া পবিচালিত করিলে কঠিক সোডা গ্যাস শোষণ করিয়া লইয়া সোডিয়াম ফরমেটে পরিণত হয়। লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড সোডিয়াম ফরমেটে দিলে ফরমিক অ্যাসিডের দ্রবণ পাওয়া যায়।

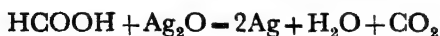


**ধর্ম:** ফরমিক অ্যাসিড তীব্র কাঁঝাল গন্ধযুক্ত, বর্ণহীন তবল পদার্থ। জল, কোহল এবং ইথারের সহিত ইহা যে কোন পরিমাণে মিশিতে পারে। ত্বকের উপরে পড়িলে উহা হইতে ঘাঘের সৃষ্টি হয়। অল্প হিসাবে ফরমিক অ্যাসিড বেশ তীব্র।

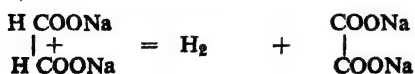
গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডসহ ফরমিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিলে উহা বিযোজিত হইয়া কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয়।



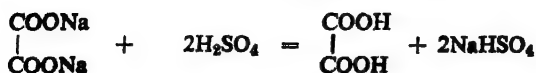
ফরমিক অ্যাসিডের বিজারণ ক্ষমতা বিশেষ উল্লেখযোগ্য। কারণ, অন্যান্য অ্যাসিডের এই গুণ দেখা যায় না। ফরমিক অ্যাসিড অ্যামোনিয়াযুক্ত সিলভার নাইট্রেটকে বিজারিত কবিয়া সিলভার অক্সিফস্ট করে।



সোডিয়াম ফরমেট উত্তপ্ত করিলে ( $800^\circ\text{C}$ ) সোডিয়াম অক্সালেট পাওয়া যায়। লঘু  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দ্বারা উহা হইতে অক্সালিক অ্যাসিড তৈয়ারী হয়।



(সোডিয়াম অক্সালেট)



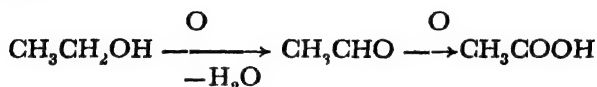
(অক্সালিক অ্যাসিড)

**ব্যবহার :** পশম ও তুলার রঞ্জন শিল্পে, চর্ম শিল্পে, রবার প্রস্তুতিতে কৃত্তিমিক অ্যাসিড প্রয়োজন হয়। বীজবারক হিসাবেও কৃত্তিমিক অ্যাসিড ব্যবহার হয়।

**পরীক্ষা :** (১) প্রশম  $FeCl_3$  দ্রবণে করমেট গাঢ় লাল রঙ ধারণ করে। (২) অ্যামোনিয়া বৃক্ক সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ করমেট দ্বারা বিজারিত হইয়া সিলভার দেয়। (৩) মারকিউবিক ক্লোরাইড দ্রবণ করমেট দ্বারা বিজারিত হইয়া মারকিউরাস ক্লোরাইডের অধঃক্ষেপ দেয়।

২৮-২। অ্যাসেটিক অ্যাসিড,  $CH_3COOH$  : দ্রাক্ষারসজাত সিকাঁতে যে অম্ল থাকে উহাই ভিনিগার বা অ্যাসেটিক অ্যাসিডেব লঘু দ্রবণ। যে সব মদ টকিয়া যায় তাহাতেও অ্যাসেটিক অ্যাসিড থাকে। নানারকম উদ্ভিজ্জ তৈল বা নিয়াসেও অ্যাসেটিক অ্যাসিডের বিভিন্ন যৌগ থাকে।

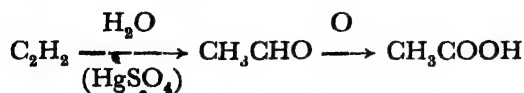
**প্রস্তুতি :** (১) ফ্রায়ক্রোমেট এবং সালফিউবিক অ্যাসিড দ্বারা ইথাইল কোহল বা অ্যাসিট্যালডিহাইডকে জাবিত কবিয়া অ্যাসেটিক অ্যাসিড উৎপন্ন কবা হয়।



অত্যাগ্ৰ অ্যাসিডও একই উপায়ে প্রস্তুত হয় :—( R=যে কোন অ্যালকিল মূলক )

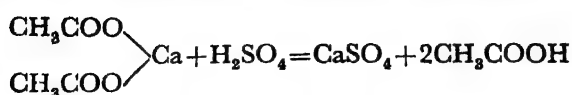


(২) অ্যাসিটিলীন গ্যাস ৪০% গাঢ় সালফিউবিক অ্যাসিডে পরিচালিত করিলে উহা প্রথমে অ্যাসিট্যালডিহাইডে পরিণত হয়। মারকিউবিক সালফেট প্রভাবক হিসাবে ব্যবহার করিতে হইবে। পবে বাতাসেব সাহায্যে অ্যালডিহাইড জাবিত হইয়া অ্যাসেটিক অ্যাসিড দেয়।



(৩) কার্ঠের অন্তর্ধূমপাতনেব ফলে পাত্তিত অবস্থায় আলকাতবা ও জলীয় দ্রবণ পাওয়া যায়। জলীয় দ্রবণটিকে পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড বলে। উহাতে নানারকম জৈবপদার্থ ও অ্যাসেটিক অ্যাসিড থাকে। এই জলীয় দ্রবণে চুন মিশাইয়া অ্যাসেটিক অ্যাসিডকে ক্যালসিয়াম লবণে পরিণত করা হয়।

ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেটকে উপযুক্ত পরিমাণ গাঢ়  $H_2SO_4$  সহ মিশ্রিত করা হয়। পাতনের দ্বারা এই মিশ্রণ হইতে অ্যাসেটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



(৪) সর্কা হিসাবে বাজারে অ্যাসেটিক অ্যাসিডের প্রচুর চাহিদা আছে। “*Acetobacter aceti*” ব্যাক্টেরিয়া দ্বারা মদেব ইথাইল কোহলেব “সন্ধান” কবিয়া অ্যাসেটিক অ্যাসিডের লঘু দ্রবণ অর্থাৎ ভিনিগার বা সর্কা পাওয়া যায়। কার্ঠেব গুঁড়াব উপর এই বীজাণু প্রথম জন্মাইয়া লওয়া হয়। একটি প্রকাণ্ড কার্ঠেব পিপাতে ঐ কার্ঠেব গুঁড়া রাখিয়া উপর হইতে কোহল (মজজা তরী) নীচেব দিকে প্রবাহিত করা হয় এবং নীচ হইতে উপবেব দিকে বায়ু পরিচালনা করা হয়। কোহল আস্তে আস্তে অ্যাসেটিক অ্যাসিডে পরিণত হইয়া যায়।

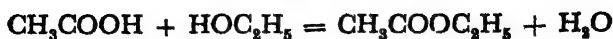
**ধর্ম :** অ্যাসেটিক অ্যাসিড বিশিষ্ট তীব্রগন্ধযুক্ত বর্ণহীন তরল পদার্থ (স্ফটনাঙ্ক,  $11.8^\circ C$ )।  $16.7^\circ C$  উষ্ণতায় ইহা হিমাযিত হইয়া স্বচ্ছ বরফেব মত পদার্থে পরিণত হয়। এই জন্ত বিশুদ্ধ গাঢ় অ্যাসেটিক অ্যাসিডকে “গ্ল্যাসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড” বলে। জল, কোহল, ইথাইল প্রভৃতিব সহিত ইহা সমসত্ত্ব দ্রবণেব সৃষ্টি করে। অ্যাসেটিক অ্যাসিড বহু জৈবপদার্থেব দ্রাবক, এমনকি, আয়োডিন, ফসফরাস, সালফারও ইহাতে দ্রবীভূত হয়। ফারকেব সহিত বিক্রিয়ায় ফলে নানাবকম অ্যাসিটেট লবণ উৎপন্ন হয়। অ্যাসেটিক অ্যাসিডেব রাসায়নিক বিক্রিয়া সমূহেব মধ্যে প্রধানতঃ উল্লেখযোগ্য :—

(১)  $PCl_5$  দ্বারা অ্যাসেটিক অ্যাসিডেব  $OH$  মূলক প্রতিস্থাপিত হয় এবং অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড পাওয়া যায়।  $CH_3CO$ —মূলকটিকে অ্যাসিটাইল মূলক বলে।



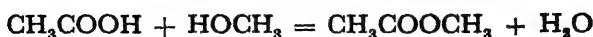
(অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড)

(২) গাঢ়  $H_2SO_4$  এর প্রভাবে, বিভিন্ন কোহলেব সহিত অ্যাসেটিক অ্যাসিড যুক্ত হইয়া “এস্টার” জাতীয় পদার্থ উৎপাদন করে। একটি জলের অণু এই সংযোগ কালে বিচ্ছিন্ন হইয়া থাকে।



ইথাইল কোহল

ইথাইল অ্যাসিটেট

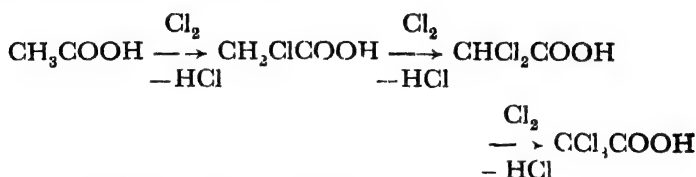


মিথাইল কোহল

মিলাইল আসিটেট

সব অ্যাসিডই অনুকূপ ব্যবহার করে।

(৩) ফুটন্ত অ্যাসেটিক অ্যাসিডে  $\text{Cl}_2$  গ্যাস পরিচালিত করিলে অ্যালকিন মূলকোব হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয় :—



উৎপন্ন পদার্থগুলিকে ক্লোবো অ্যাসেটিক অ্যামিড বলা হয়।

**ব্যবহার :** ঔষধ প্রস্তুতি, রাগবন্ধন পাণ্ডু প্রস্রাব ও ববার শিল্পে অ্যাসেটিক অ্যানিড ব্যবহৃত হয়। অ্যাসিটেট লবণগুলি প্রচুর ব্যবহৃত আছে। ঔষধ, রঞ্জক দ্রব্য, বীজবারক, কৃত্রিম সিল্ক, প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে নানাবিধ অ্যাসিটেট ব্যবহৃত হয়।

**পরীক্ষা :** (১) প্রথম ফেব্রিক ক্রোরাইড দ্রবণ প্রথম অ্যাসিটেট দ্রবণের সহিত মিশাইলে উহা নাল হইয়া যায়।

(২) ইথাইল কোহল এবং গাঢ়  $H_2SO_4$  এর সহিত উত্তপ্ত করিলে অ্যাসেটিক অ্যাসিড  
কইতে মিশ্রগন্ধ এস্টার ইথাইল অ্যাসিটেট পাওয়া যায়।

(৩) আর্সেটিক অ্যাসিড অ্যামোনিয়ামসহ  $\text{AgNO}_3$  দ্রবণকে বিজারিত করে না।  
(করমিক অ্যাসিড উহা করিতে পারে।)

(৪) শুক সোডিয়াম অ্যাসিটেট স্বল্প পরিমাণ আর্সেনিয়াস অগ্নাইড সহ উত্তপ্ত করিলে দুর্গন্ধ যুক্ত ক্যাকোডিল অগ্নাইড গ্যাস পাওয়া যায়। এই গ্যাসের ভন্নাক বিষক্রিয়া আছে। (ফরমিক অ্যাসিডের এই বিক্রিয়া হয় না।)

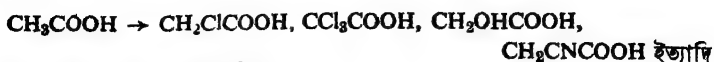


**জৈব-অ্যাসিড-জাত পদার্থসমূহ :** বিভিন্ন বিকারকের ক্রিয়ার ফলে জৈব-অ্যাসিড হইতে নানারকম পদার্থ পাওয়া যায়। এই সকল পদার্থকে ছুই শ্রেণীতে ভাগ করা যাইতে পারে।

(১) কতকগুলি পরার্থ অ্যাসিডের  $\text{COOH}$  মূলকের অংশ হইতে উদ্ভূত এবং উহার  $\text{H}$  অথবা  $\text{OH}$  এর প্রতিস্থাপনে পাওয়া যায়। যেমন,



(২) আবার কতকগুলি পদার্থ আসিডের আলকিল মূলকের H প্রতিস্থাপন দ্বারা পাওয়া যায়। যেমন :—



অত্যন্ত সাধারণে ব্যবহৃত আসিড।

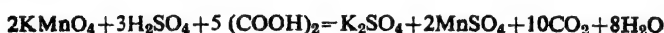
(১) অম্লালিক আসিড,  $\text{COOH}-\text{COOH}$ ।

অনেক উদ্ভিদের কোষে অম্লালিক আসিডের লবণ, বিশেষতঃ পটাসিয়াম হাইড্রোজেন অম্বালেট অথবা ক্যালসিয়াম অম্বালেট পাওয়া যায়।

ল্যাবরেটরীতে সচরাচর শর্করা এবং গাঢ় নাইট্রিক আসিড একত্র উত্তপ্ত করিয়া অম্লালিক প্রস্তুত করা হয়। শর্করা (Cane sugar) নাইট্রিক আসিডে জারিত হইয়া যায়।

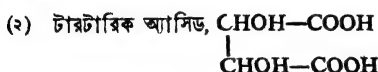
$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 9\text{O}_2 = 6\text{COOH}-\text{COOH} + 5\text{H}_2\text{O}$  দ্রবণটি ঘনীভূত করিয়া ঠাণ্ডা করিলেই অম্লালিক আসিডের শটিক অধঃক্ষেপিত হয়।

পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের আলকি দ্রবণ অম্লালিক আসিডে বিজারিত হইয়া বর্ণহীন হইয়া পড়ে।



ক্যালসিয়াম গ্লোবাইডের দ্রবণ হইতে অম্লালিক আসিড বেশ অধঃক্ষেপ দেয় এবং উহা আসেটিক আসিডে অদ্রবণীয়। এই বেশ অধঃক্ষেপ এবং পটাস পারম্যাঙ্গানেটের বিবক্ষন—এই দুইটি পরীক্ষার সাহায্যে অম্লালিক আসিডের অস্তিত্ব নির্ধারিত হয়।

রঞ্জনশিল্পে, কালি প্রস্তুতিতে, বিরঞ্চক হিসাবে এবং ছাপার কাজে অম্লালিক আসিড ব্যবহৃত হয়।



তেতুল এবং আঙুর জাতীয় অনেক ফলে টারটারিক আসিড বা উহার লবণ থাকে। পচনশীল ফ্রাকারসের হাইড্রোজেন পটাসিয়াম টারটারেট (বা আর্গল) হইতে ইহা তৈয়ারী হয়। এই আসিডের অণুতে দুইটি OH মূলক এবং দুইটি COOH মূলক আছে, সুতরাং ডাই-হাইড্রক্সি-ডাই কার্বক্সিলিক আসিড। টারটারিক আসিড জলে দ্রবণীয় সাদা শটিকের আকারে পাওয়া যায়।

শীতল পানীয়ে এবং কোন কোন মজজাতীয় পানীয়ে টারটারিক আসিড ব্যবহৃত হয়। শুষ্কে, রঞ্জন শিল্পে, বেকিং পাউডারে, ফেলিং দ্রবণে টারটারিক আসিডের নানা রকমের লবণ প্রয়োজন হয়।

(৩) সাইট্রিক আসিড,  $\text{CH}_3\text{COOH}-\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})-\text{CH}_2\text{COOH}$  :

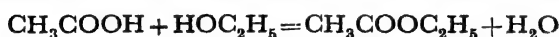
তিনটি কার্বক্সিল মূলক থাকার জন্য ইহা ট্রাই কার্বক্সিলিক আসিড তো বটেই, উপরন্তু OH মূলকও বর্তমান। সুতরাং ইহা একটি হাইড্রক্সি-অম্ল-আসিড।

লেব্ জাতীয় কলের রসে প্রচুর সাইট্রিক অ্যাসিড থাকে এবং লেবুর রস হইতেই উহা প্রস্তুত হয়। চূনের সহিত লেবুর রস ফুটাইলে, উহা হইতে ক্যালসিয়াম সাইট্রেট লবণ অধঃক্ষিপ্ত হয়। উহাতে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দিলে সাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

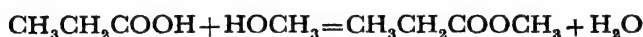


রঞ্জন শিল্পে রাগবন্ধক হিসাবে এবং কোন কোন পানীয়ে সাইট্রিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়।

২৮-৩। এস্টার,  $RCOOR_1$  : অ্যাসিড এবং কোহলের বিক্রিয়ার ফলে যে পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহাকে এস্টার বলা হয়। অ্যাসিডের  $-COOH$  মূলকের হাইড্রোজেনটি অ্যালকিল দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলেই এস্টার পাওয়া যাইবে।

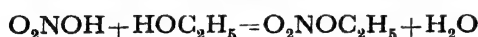


ইথাইল অ্যাসিটেট



মিথাইল প্রপিয়নেট

অজৈব অ্যাসিডের সহিতও কোহল বিক্রিয়া করে এবং এস্টার পাওয়া যায়।



নাইট্রিক অ্যাসিড

ইথাইল নাইট্রেট

এই সকল বিক্রিয়াতে সর্বদাই জল উপজাত হয়। সুতরাং এই সকল বিক্রিয়ার সময় নিরুদক ব্যবহার করা প্রয়োজন। গাঢ়  $H_2SO_4$ , অনার্দ্র  $ZnCl_2$ ,  $HCl$  গ্যাস প্রভৃতি প্রভাবক হিসাবে ব্যবহার করিয়া এস্টার তৈয়ারী করা হয়।

জৈব-এস্টার যোগে  $-C \begin{smallmatrix} \nearrow O- \\ \searrow O \end{smallmatrix}$  এই মূলকটি দুইটি অ্যালকিল মূলকের সহিত

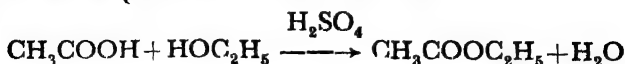
যুক্ত থাকিবে। যে কোহল এবং অ্যাসিড হইতে এস্টার উৎপন্ন হয় তাহাদের নামানুযায়ী এস্টারের নামকরণ হয়। কোহলের নাম প্রথমে এবং অ্যাসিডের নাম পরে থাকে—ইথাইল অ্যাসিটেট।

এস্টারের প্রতীক হিসাবে ইথাইল অ্যাসিটেটের বিষয় আলোচনা করা যাইতে পারে।

ইথাইল অ্যাসিটেট,  $CH_3COOC_2H_5$  : ইথাইল অ্যালকোহল এবং অ্যাসিডের সমপরিমাণ মিশ্রণ গাঢ়  $H_2SO_4$  সহ একত্র



পাতন-ক্লীতে উত্তপ্ত করিয়া ইথাইল অ্যাসিটেট তৈয়ারী হয়। পাতনের সাহায্যে উহাকে পৃথক করিয়া পরে শোধিত করা হয়।

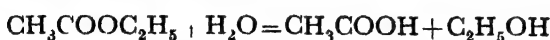


**ধর্ম :** ইথাইল অ্যাসিটেট একটি বর্ণহীন তরল পদার্থ (ফুটনাক্ষ, ৭৭.৫°C)।

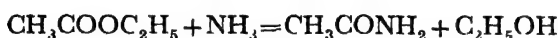
উহা একটি মিষ্ট গন্ধ আছে। অধিকাংশ এস্টারই সুগন্ধি হিসাবে ব্যবহৃত হয়। কোন কোন এস্টার ঔষধরূপেও প্রয়োগ করা হয়।

ইথাইল বিউটেটে এস্টারের আনারসের মত গন্ধ আছে আইসো এমাইল আইসো ভেলবেট এস্টার আপেলের গন্ধ। এসেন্স হিসাবে এগুলি ব্যবহৃত হয়। অনেক এস্টার যেমন, সেলুলোজ অ্যাসিটেট পলিভিনাইল অ্যাসিটেট প্রভৃতি প্লাস্টিক প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

জলের সহিত ফুটাইলে (বিশেষতঃ ফ্রাব অথবা লঘু অ্যাসিডের প্রভাবে) এস্টার আর্দ্র-বিপ্লবিত হইয়া যায়।



ইহা অ্যামোনিয়া গ্যাসের সহিত অ্যাসিট্যামাইড এবং  $\text{PCl}_5$  এর সহিত অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড দেয় :—



**২৮-৪। তৈল, চর্বি এবং মোম :** আমরা যে সকল তৈল বা মোমজাতীয় পদার্থ দেখি, তাহারা প্রধানতঃ চার রকমের।

(১) **খনিজ তৈল (Mineral oils)**—পেট্রোল কেবোসিন প্রভৃতি এই জাতীয় তৈল। উহারা প্রধানতঃ হাইড্রোকার্বন যৌগ।

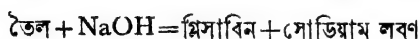
(২) **উদ্ভিজ্জ বা জন্তুর তৈল বা চর্বি (Oils and fats)**—নারিকেল তৈল মাছের তৈল মাসের চর্বি প্রভৃতি এই জাতীয়। উদ্ভিদ ও জন্তু হইতে এই সমস্ত পাওয়া যায়। এগুলি সবই গ্লিসারাইড যৌগ অর্থাৎ গ্লিসারিন এবং গুকতার জৈব অ্যাসিড সংযোগে উৎপন্ন। অতএব এগুলিও এস্টার। যে সকল গ্লিসারাইড সাধারণ উষ্ণতায় কঠিনাকার তাহাদের চর্বি বলা হয়, তবল হইলে তৈল বলা হয়।

(৩) **ঔষ্যীয় তৈল (Essential oils)**—ফুলের সুবাসে এবং কোন কোন ফলে সুগন্ধি তৈল-জাতীয় পদার্থ থাকে। খুব ঔষ্যীয় বলিয়া উহাদের “ঔষ্যীয় তৈল” বলে। গোলাপের নির্বাস, চন্দন তৈল ইত্যাদি এই জাতীয়। ইহাদের ভিতর আরও নানারকম কৃত্রিম-যৌগ থাকে।

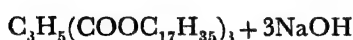
(৪) **মোম (Waxes)**—ইহা সাধারণ অবস্থায় কঠিনাকার পদার্থ। জুতা পালিশে, গ্রাফোকাণ রেবর্ডে যে মোমজাতীয় বস্তু ব্যবহৃত হয় তাহার নাম কার্নোবা মোম (carnauba

max)। মোটাকের মোমও এই জাতীয়। ইহারা সকলেই একীকৃত, কিন্তু এই সকল একীকৃত গ্লিসারিন হইতে উদ্ধৃত নয়, সুতরাং ইহারা গ্লিসারাইড নয়। মোটাকের মোমে আছে মিরিসিল পামিটেট,  $C_{15}H_{31}COOC_{30}H_{61}$ ।

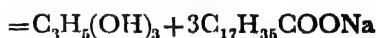
উদ্ভিজ্জ তৈল এবং জাস্তব চর্বিগুলি প্রথম পদার্থ। ইহারা বেনজিন, অ্যাসিটোন, ইথাব প্রভৃতি জৈব দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়। এই সকল পদার্থকে ক্ষাবকের সহিত কুটাইলে সহজেই অর্ধবিপ্লবিত হইয়া যায়।



( সাবান )



( গ্লিসারাইড )



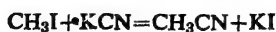
( গ্লিসারিন ) ( সোডিয়াম স্টিয়ারেট সাবান )

তৈল হইতে সাবান প্রস্তুত এই ভাবেই হয়। তৈলেব অর্ধ বিপ্লবণে যে জৈব লবণ পাওয়া যায় তাহাই সাবান।

গ্লিসারাইড তৈলেব ভিত্তি অব্যবহৃত জৈব-অ্যাসিড থাকিলে তৈলটি তবল এবং অনেক সময় বাবচাবেব অল্পপুষ্কৃত হয়। নিকেল প্রভাবকেব সান্নিধ্যে উহাতে হাইড্রোজেন গ্যাস পরিচালিত কবিলে, অ্যাসিড অংশ পরিপূর্ণ হইয়া যায় এবং তৈলটি ধোবে ধোবে বর্ণহীন দাদা ও কঠিনাকাব হইয়া ওঠে। এই ভাবেই অনেক তৈলকে চর্বিতে রূপান্তরিত করা হইয়াছে। বনস্পতি যি এইরূপে উদ্ভিজ্জ তৈল হইতে প্রস্তুত হয়। এই পদ্ধতিকে বলে “**তৈলের হাইড্রোজেনেসন**”।

H<sub>2</sub>CN-এর হাইড্রোজেনটি বিভিন্ন অ্যালকিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে নানারকম অ্যালকিল সায়নাইড পাওয়া যাইবে। পটাশিয়াম সায়নাইডের সহিত অ্যালকিল অ্যারোডাইডের বিক্রিয়ার ফলে এই সকল যৌগ পাওয়া সম্ভব।

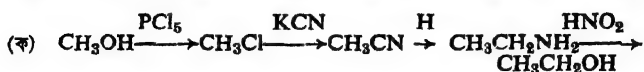
মিথাইল অ্যারোডাইড এবং পটাশিয়াম সায়নাইড হইতে মিথাইল সায়নাইড প্রস্তুত হয়।



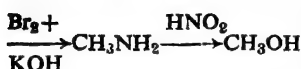
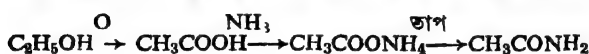
২৮-৫। সারবন্দী যৌগে কার্বন সংখ্যার হ্রাসবৃদ্ধি : পূর্ববর্তী অধ্যায়গুলিতে আমরা মোটামুটি বিভিন্ন গোষ্ঠী প্রধান বিক্রিয়াগুলির আলোচনা করিয়াছি। প্রত্যেক সমসংস্থ বা সমগোত্রীয় গোষ্ঠীর ভিতরেই বিভিন্নসংখ্যক কার্বন-পরমাণু-যুক্ত পদার্থ রহিয়াছে। যেমন,  $CH_3OH$ ,  $CH_3CH_2OH$ ,

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ । কিভাবে কার্বন-সংখ্যা বৃদ্ধি বা হ্রাস করিয়া একটি যৌগকে অপর একটি যৌগে পরিণত করা সম্ভব কয়েকটি উদাহরণ সাহায্যে তাহা সম্যক বুঝা যাইবে।

উদাহরণ ১। মিথাইল কোহল হইতে ইথাইল কোহল :



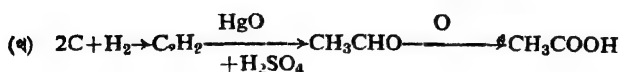
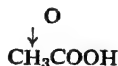
উদাহরণ ২। ইথাইল কোহল হইতে মিথাইল কোহল :

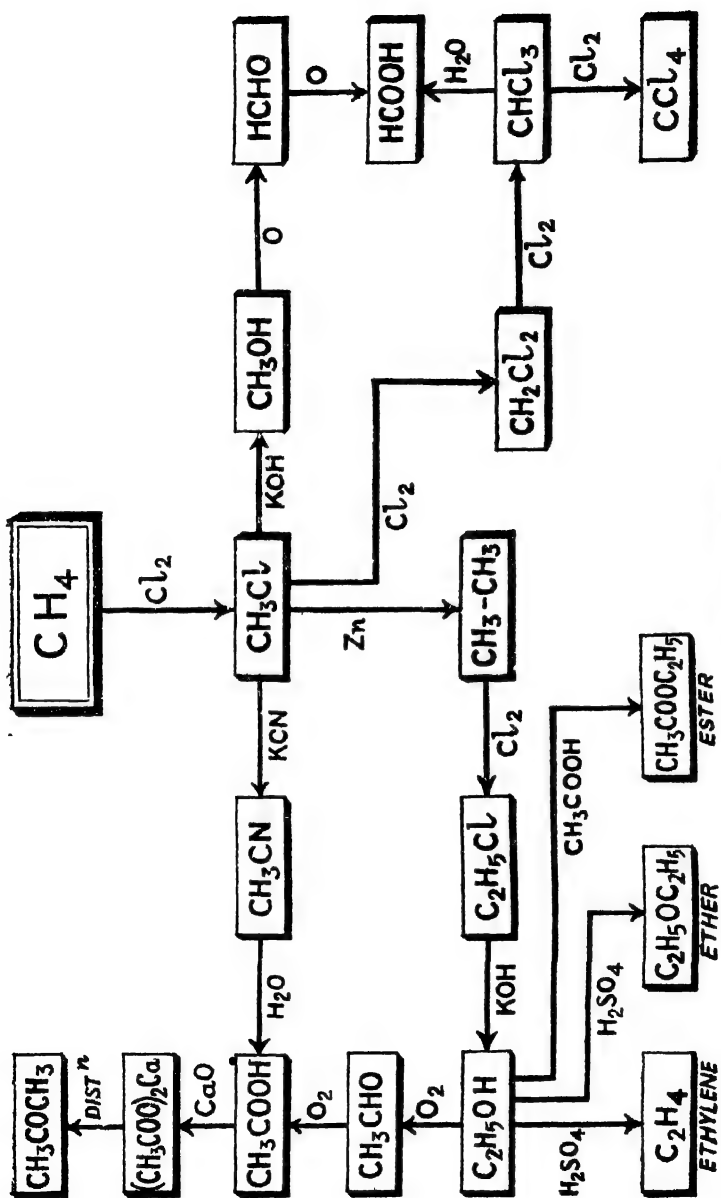


উদাহরণ ৩। অ্যাসেটিক অ্যাসিড হইতে প্রপিয়নিক অ্যাসিড :



উদাহরণ ৪। কার্বন ও হাইড্রোজেন মৌল হইতে অ্যাসেটিক অ্যাসিড :





নিম্নে এইতে উদ্ভূত করেকটি নোপ

## উনত্রিংশ অধ্যায় শর্করা । কার্বোহাইড্রেট ।

২৯-১। আমাদের খাদ্য প্রধানতঃ তিন রকমের—প্রোটিন, স্নেহ বা ফ্যাট, এবং কার্বোহাইড্রেট। মাছ, মাংস, ডিম ইত্যাদি প্রোটিন, ঘি, তেল প্রভৃতি স্নেহ, এবং চিনি, চাউল, গম, যব প্রভৃতি কার্বোহাইড্রেট। এই সকল খাদ্যবস্তু ছাড়াও অগ্ন্যাগ্ন প্রকাবের কার্বোহাইড্রেট আছে। যেমন—তুলা, কাগজ প্রভৃতিও কার্বোহাইড্রেট।

কার্বোহাইড্রেট যৌগমাত্রেরই সাধারণ সঙ্কেত  $C_x(H_2O)_y$ । সুতরাং সমস্ত কার্বোহাইড্রেট কার্বন, হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন সমন্বিত যৌগ এবং উভাদের ভিতরে হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন সর্বদাই (২ : ১) অর্থাৎ জলে যে অনুপাতে থাকে সেই অনুপাতে আছে। অবশ্য এতখানি মনে রাখিতে হইবে যে, কোন জৈব যৌগে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের এই অনুপাত থাকিলেই উহা কার্বোহাইড্রেট হইবে না। যেমন, অ্যাসাটিক অ্যাসিড,  $C_2H_4O_2$ , কার্বোহাইড্রেট নহে।

কার্বোহাইড্রেট-সমূহকে তিনটি প্রধান শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে :—

- (১) শর্করা—যথা, আখের চিনি, গ্লুকোজ ইত্যাদি।
- (২) স্টার্চ বা শ্বেতসাব—চাউল, গম, আলু, বালি প্রভৃতি।
- (৩) সেলুলোজ—তুলা, পাট, কাগজ, ঘাস, বাঁশ ও কাঠের প্রধান অংশ ইত্যাদি।

স্টার্চ বা সেলুলোজ জাতীয় পদার্থগুলির অণুগুলি খুবই বড় এবং বেশ জটিল। খুব সাধারণ স্টার্চেবও আণবিক গুরুত্ব ৩০০০০-৪০০০০ হইয়া থাকে। সভ্যতার ইতিহাসে সেলুলোজের দান অসামান্য। তুলা, পাট আমাদের বস্ত্রসমস্তার সম্বাদান করিয়াছে, ঘাস, বাঁশ হইতে কাগজ না হইলে দ্রুত শিক্ষা বিস্তার সম্ভব হইত না। আবার সেলুলোজ হইতেই নানা প্রাস্টিক শিল্প গড়িয়া উঠিয়াছে। কৃত্রিম রেশমও সেলুলোজ হইতে প্রস্তুত হয়। শিল্প ও ব্যবসায় সেলুলোজ বিশিষ্ট ভূমিকা গ্রহণ করিয়াছে। এখানে আমরা কেবলমাত্র দুই একটি শর্করার বিষয় আলোচনা করিব।

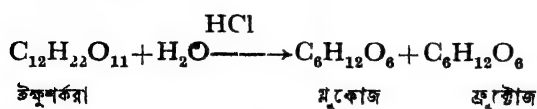
২৯-২। শর্করা : বিভিন্ন উদ্ভিদে এবং প্রাণিদেহে নানা রকমের শর্করা বা চিনি পাওয়া যায়। শর্করা মাত্রেরি মিষ্টস্বাদযুক্ত, জলে দ্রবণীয় এবং স্ফটিকাকার পদার্থ। এই হিসাবে সেলুলোজ বা স্টার্চ হইতে তাহারা স্বতন্ত্র। চিনি আবার দুই বকমের : (১) মনো-শ্রাকাবাইড (monosaccharides)—ইহাদের অণুতে ৯টির অধিক কার্বন-পবমাণু থাকে না। যেমন, গ্লুকোজ  $C_6H_{12}O_6$ , ফ্রুক্টোজ,  $C_6H_{12}O_6$ , জাইলোজ,  $C_5H_{10}O_5$ , ইত্যাদি। (২) ডাই-শ্রাকারাইড (disaccharides) : ইহাদের অণুতে ১২ বা ১৮টি কার্বন-পবমাণু সচবাচর দেখা যায়। আখের চিনি,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , বাকিনোজ,  $C_{18}H_{32}O_{16}$  ইত্যাদি।

সমস্ত শ্রাকাবাইডই কোহল জাতীয় এবং উহাদের অণুতে বহুসংখ্যক OH-মূলক থাকে। মনোশ্রাকাবাইডে কোহল মূলক ছাড়াও অ্যালডিহাইড বা কিটোনের মূলক থাকিবে। ডাই-শ্রাকাবাইড-গুলি একাদিক মনোশ্রাকারাইডের সংযোগে উদ্ভূত।

২৯-৩। গ্লুকোজ (Glucose)  $C_6H_{12}O_6$  : মনোশ্যাকারাইড শর্করার মধ্যে গ্লুকোজই সবপ্রধান। চাকের এবং ফলের মণ্ডতে, নানারকম ফলে, আঙুরে গ্লুকোজ থাকে। এইজন্ত গ্লুকোজের অপব নাম দ্রাক্ষাশর্কর। জীবকোষেও গ্লুকোজ পাওয়া যায়। জীবদেহে স্টার্চ এবং সেলুলোজের বিশ্লেষণেই প্রধানতঃ গ্লুকোজের উৎপত্তি হয়।

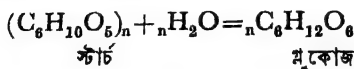
ডাই আকাবাহড এবং স্টাচ অথবা সেনুগোজ সবই মুকোজ-উদ্ভূত (যাগ)।  
বস্তুতঃ এই সমস্ত পদার্থকে আদ্রিবিপ্লবিত কবিশ্যই মুকোজ তৈয়াবী কবা হয়।

ইক্ষুর্কর বা ডাই-স্ট্রাক্কাবাইড ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), শহাব গাট দ্রবণ গাট  $HCl$  দ্বারা আর্দ্র বিশ্লেষণ করা হয় ( $100^\circ C$ )। ইক্ষুর্কর একটি জলের অণু সহযোগে গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজে পরিণত হইয়া যায়। আংশিক কেলাসন সাহায্যে এই উৎপন্ন দ্রব্য দুইটি পৃথক করিয়া লওয়া হয়।

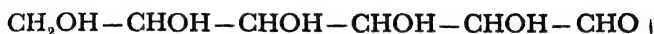


চাউল অথবা আলু বা স্টার্চ বিক্রেয়িত করিয়া প্রচুর মুকোজ প্রস্তুত হয়। খোসা ছাড়াইয়া আলু বা চাউলের খেতসাব পিষিয়া লইয়া জলের সহিত মিশাইয়া লওয়া হয়। অতিরিক্ত চাপে ০.৫% লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড সহ ফুটাইলে

উহার আর্দ্র-বিশ্লেষণ দুই ঘণ্টাতেই সম্পন্ন হইয়া যায়। অতঃপর সোডা দ্বারা উহার অল্পত্ব প্রশমিত করিয়া প্রাণিজ অম্ল বা সাহায্যে পরিষ্কার করিয়া ছাঁকিয়া লওয়া হয়। দ্রবণটি ঘনীভূত করিয়া শীতল করিলে কঠিন স্ফটিকাকারে গ্লুকোজ পাওয়া যায়।

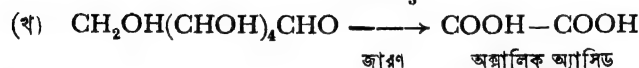
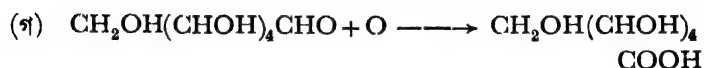
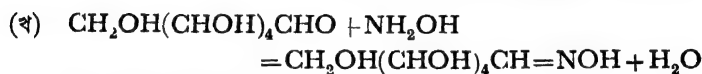
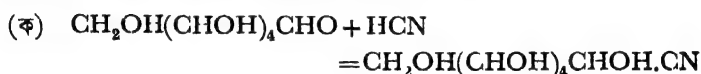


গ্লুকোজের মোটামুটি সংযুতি সঙ্কেত—



সুতরাং ইহাতে অ্যালডিহাইড এবং অ্যালকোহল উভয়েরই ধর্ম পরিলক্ষিত হয়।

(১) অ্যালডিহাইড হিসাবে গ্লুকোজ বিজারণ-ক্ষম সম্পন্ন। ফেলিং দ্রবণ, অ্যামোনিয়া যুক্ত  $AgNO_3$  দ্রবণ ইত্যাদি গ্লুকোজ দ্বারা সহজেই বিজারিত হইয়া থাকে। অ্যালডিহাইডের অন্যান্য বিক্রিয়াও ইহাতে দেখা যায় :—



২২-৪। **ফ্রুক্টোজ (Fructose),  $C_6H_{12}O_6$**  : ইহা গ্লুকোজের সমযোগী স্তরায় সঙ্কেত একই, তবে সংযুতি স্বতন্ত্র। ফলের ভিতরেই ফ্রুক্টোজ বেশী পাওয়া যায়। চিনির আর্দ্র-বিশ্লেষণে গ্লুকোজের সহিত ফ্রুক্টোজও পাওয়া যায়। এই ভাবেই ইহা তৈয়ারী হয়।

ফ্রুক্টোজ কিটোন জাতীয় শর্করা। উহাতে কোহলের মূলক ছাড়া একটি কিটোন মূলক (CO) আছে। উহাও সঙ্কেত  $CH_2OH - CHOH - CHOH - CHO - CO - CH_2OH$ । স্তরায় উহাতে কিটোনের ধর্ম বর্তমান। কোহলের মত ব্যবহারও আছে।

২২-৫। **ইকু-শর্করা (Cane sugar),  $C_{12}H_{22}O_{11}$**  : যে চিনি আমবা সর্বদা ব্যবহার কবি, উহা আখের চিনি বা ইকুশর্করা। ইহা ডাই-স্ট্রাকাবাইড। বীটের চিনিও একই পদার্থ। অনেক তালজাতীয় ফলে এবং আনাবসেও এই শর্করা আছে। আখ ১২-১২% ভাগ চিনি থাকে।

আখ হইতে এই চিনি অনায়াসেই প্রস্তুত করা যায়। ছোট ছোট টুকরা কাটিয়া কাটিয়া যন্ত্রের চাপে আখের রস বাহির করিয়া লওয়া হয়। রসটি প্রথমে একবার ছাঁকিয়া লইয়া উহাতে চুন মিশাইয়া প্রায়  $100^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতা পর্যন্ত তাপিত করা হয়। প্রয়োজন হইলে তারপর কিছু  $\text{SO}_2$  গ্যাস উহাতে পরিচালিত করা হয়। চুন এবং  $\text{SO}_2$  এর প্রক্রিয়ার ফলে রসে যে সমস্ত অ্যাসিড বা অপ্রয়োজনীয় মালিগা থাকে তাহা অধঃক্ষিপ্ত হইয়া থিতাইয়া পড়ে। এই সকল প্রক্রিয়াব সময় বসের দ্রবণটি যথাসম্ভব প্রশম অবস্থায় রাখা হয়। ইহার পর, বসটি পাম্পের সাহায্যে বড় বড় ট্যাংকে লইয়া যাওয়া হয়। অল্পপ্রেশ পাতনের সাহায্যে উহা জল অনেকটা উদ্বায়িত করিয়া লইলে বসটি খুব গাঢ় হইয়া পড়ে। তৎপব আস্তে আস্তে ঠাণ্ডা কবিলে বস হইতে চিনির স্ফটিক নিষ্কাশিত হইবে। চোষক পাম্পের সাহায্যে শেষদ্রব গুড সবাইয়া চিনি পৃথক করা হয়।

ইক্ষুশর্করা বর্ণহীন স্ফটিকাকার মিষ্ট পদার্থ। জলে দ্রবণীয় কিন্তু কোহলে দ্রবীভূত হয় না। প্রায়  $200^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতায় উহা জল খানিকটা উদ্বায়িত হইয়া গেলে আঠাল চিনি বা ক্যাবামেল পাওয়া যায়। নানাবকম লজেন্স, মিছবি জাতীয় পদার্থ উহা হইতে প্রস্তুত হয়।

ইক্ষুশর্করার কোন বিজারণ গুণ নাই। লঘু অ্যাসিড বা ক্ষার দ্রবণের সাহায্যে ইহাকে আর্দ্রবিশ্লেষিত কবিলে ইহা গ্লুকোজ এবং ফ্রুক্টোজে পবিণত হয়। ইনভারটেস (Invertase) উৎসেচকের সন্ধানে ফলেও চিনির এই আর্দ্রবিশ্লেষণ হয়। গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের আক্রমণে চিনি অক্সালিক অ্যাসিডে পবিণত হয়। খাণ্ড হিসাবে এবং বহুরকম ষাণ্ডপ্রস্তুতিতে চিনির প্রচুর ব্যবহার আছে।

শর্করাগুলি মিষ্টপদার্থ বটে তবে সমস্ত চিনিব মিষ্টত্ব সমান নহে। পাবম্পরিক মিষ্টত্বের অনুপাত নিম্নরূপ :—

চিনি		মিষ্টত্ব
ইক্ষুশর্করা	—	100
গ্লুকোজ	—	98
ফ্রুক্টোজ	—	190
ল্যাক্টোজ (দুগ্ধজাত)	—	16



**খাদ্য ও রসায়ন :** কয়লা বা পেট্রোল ব্যতিরেকে যেমন ইঞ্জিন বা মোটর চলে না, তেমনি মানবদেহে উহার প্রয়োজনীয় খাদ্য সরবরাহ না করিলে উহা চলিতে পারে না। দেহের ভিতরে অস্থি, মাংস, পেশী ও নানা প্রত্যঙ্গে আছে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কোষ। এই কোষগুলির ভিতরের প্রোটোপ্লাজমে সত্যত নানারকম পরিবর্তন সংঘটিত হইতেছে। ইহাই প্রাণশক্তির পরিচয়। আমরা চিন্তা করি, কথা বলি, পরিশ্রম করি, কাজ করি,—এই সব প্রত্যেক ব্যাপারেই আমাদের দেহের ভিতরে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে। এই সকল পরিবর্তনের ফলে যে শক্তি উৎসারিত হয়, তাহাই আমাদের সকল কাজ করিতে সাহায্য করে। শুধু তাই নয়, যদি খাদ্যের অভাব ঘটে, ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কোষগুলি পর্যন্ত শক্তি উৎপাদনে লয় পাইয়া যায়। খাদ্য সরবরাহ করিলে, পাকস্থলীতে উহা জীর্ণ হইয়া রক্তের সাহায্যে সমস্ত কোষে কোষে নানা পদার্থরূপে ছড়াইয়া পড়ে। এই সকল পদার্থেবই পবে রাসায়নিক বিকার ঘটে। ইহাদের প্রায় সমস্ত বিক্রিয়াগুলিই তাপ-উদ্ভাবী। যদি দেহের ভিতর খাদ্য সরবরাহ না করা হয়, তবে শক্তি উৎপাদন সম্ভব হইবে না। কোষগুলি ধীরে ধীরে জীর্ণ হইয়া গিয়া লয় পাইবে। আমাদের কোন কাজ করার বা চিন্তা করার শক্তি-সামর্থ্য থাকিবে না এবং দেহের প্রয়োজনীয় উত্তাপ বাখাও সম্ভব হইবে না। ফলে প্রাণশক্তি লোপ পাইবে—মৃত্যু অনিবার্য হইবে।

খাদ্যের প্রয়োজন প্রধানতঃ তিনটি কারণে :

(১) শক্তি উৎপাদন করিয়া দেহের কর্মক্ষমতা ও সাধারণ ব্যবস্থা অটুট রাখা ও রক্ষণাবেক্ষণ করা :

(২) দেহের উন্নতি, পুষ্টি ও বৃদ্ধিতে সাহায্য করা ;

(৩) অনিবার্য কারণে যে সকল কোষ লয় পাইবে সেগুলিকে পুনরায় সৃষ্টি করিয়া দেহের সমতা রক্ষা করা।

পূর্বেই বলিয়াছি, খাদ্য হিসাবে আমরা প্রধানতঃ তিন রকমের জৈব-পদার্থ গ্রহণ করি :

(ক) কার্বোহাইড্রেট—( চিনি, চাউল, আলু প্রভৃতি )

(খ) স্নেহ-জাতীয়—( ঘি, তেল, মাখন প্রভৃতি )

(গ) প্রোটিন-জাতীয়—( মাছ, মাংস, ডিম ইত্যাদি )।

দেহের আভ্যন্তরিক প্রক্রিয়াগুলির সূচু ও সঙ্গত পরিচালনার জন্ত এই তিন

রকমের খাদ্যই প্রয়োজন এবং সচরাচর নির্দিষ্ট অনুপাতেই থাকা উচিত। কেবলমাত্র এককমের খাদ্য (যথা—প্রোটিন) দিলেই চলিবে না। এই সকল জৈব-পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তনে শক্তি-উৎপাদন ত হয়ই, উপরন্তু ইহাদের সাহায্যে দেহেব পুষ্টি ও বৃদ্ধি হইয়া থাকে। এখানে অবশ্য উল্লেখ করা প্রয়োজন যে এই সকল পদার্থের পরিবর্তনে সাহায্য করার জন্য বিকায়ক হিসাবে আবও দুইটি পদার্থ নিবন্তব সবববাহ কবা আবশ্যক—ইহাবা হইতেছে জল এবং অক্সিজেন। জল ও অক্সিজেন ব্যতীত দেহেব ভিতবেব বিক্রিয়া সম্ভব নয়। পদার্থগুলির পরিবর্তনে বহু উৎসেচক এবং প্রভাবকেব সাহায্য অপবিহার্য। উৎসেচকগুলি অবশ্য দেহেব ভিতবেই আছে। যে সকল খাদ্যবস্তু আমবা গ্রহণ কবি, দেহেব অভ্যন্তরে সেগুলিব বিভিন্ন বকমেব পবিণতি সম্ভব। দেহেব পুষ্টিব জন্য সচরাচব যে বকম বিক্রিয়া বা পবিণতি প্রয়োজন তৎপরিবর্তে অন্তবকমেব বিক্রিয়া সংঘটিত হইয়া দেহেব ক্ষতিও কৰিত পারে। অথবা বিক্রিয়াগুলির যে একম গতিবেগ থাকা উচিত তাহাব পবিবর্তে অত্যন্ত দ্রুত বা অত্যন্ত ধীবে সেই বিক্রিয়াগুলি হইয়া দেহেব পুষ্টিব অভাব বা বোগ সৃষ্টি কৰিতে পারে। সাহায্যে খাদ্যবস্তুব সাহায্যে দেহেব পুষ্টি ও সমতা সাধাবণভাবে রক্ষা হয় এবং দেহেব নানা প্রয়োজন সম্পূর্ণরূপে মিটে, সেজন্য খাদ্যবস্তুব মধ্যে আবও দুইবকমেব পদার্থ থাকা একান্তই আবশ্যক। এই পদার্থগুলি হইতেছে কিছু খনিজ লবণ এবং ভাইটামিন বা খাদ্যগ্রাণ। এই পদার্থগুলি আমাদের খুব সাব্বানুই প্রয়োজন কিন্তু অপরিহার্য। প্রকৃতিজাত যে সকল খাদ্য আমবা গ্রহণ কৰি উহাব সঙ্গেই এই সকল দ্রব্য দেহে প্রবেশ কবে। যদি খাদ্যের কৃত্রিমতার জন্য ইহাদেব অভাব ঘটে তবে পৃথকভাবে এই সকল দ্রব্য দেহে সবববাহ কবা প্রয়োজন। অতএব দেখা যাইতেছে খাদ্য হিসাবে আমাদের গ্রহণ করা উচিত :—

(ক) জৈবজাতীয় পদার্থ—কার্বোহাইড্রেট, স্নেহ ও প্রোটিন

(খ) খনিজ লবণ—ক্যালসিয়াম, সোডিয়াম, ইত্যাদি লবণ

(গ) ভাইটামিন—‘এ’, ‘বি’, ‘সি’, ‘ডি’, ইত্যাদি

(ঘ) অক্সিজেন ও জল—বিকায়ক হিসাবে।

**খনিজ লবণ :** সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম, লৌহ, কপাৰ ষটিত লবণ সামান্য পরিমাণে আমাদের প্রয়োজন। কস্করাস্ ও সালফার, যৌগও

দেহের পুষ্টিতে আবশ্যিক। ম্যাগ্নানিজ, ফ্লুরিন, ক্লোরিন, আয়োডিনও থাকে উচিত। সাধারণ খাদ্যে যে সকল উৎস হইতে এগুলি পাওয়া যায় তাহার একটি সংক্ষিপ্ত তালিকা দেওয়া হইল :

খনিজ-দ্রব্য

উৎস

- ১। সোডিয়াম—সাধারণ আমিষ পদার্থ, মাংস ইত্যাদি
- ২। পটাসিয়াম—শাক-সজ্জী ও কোন কোন আমিষ পদার্থ
- ৩। কপার—সিমজাতীয় ফল, লিভার, কিডনী ইত্যাদি
- ৪। লৌহ—সিমজাতীয় ফল, শাকপাতা, ডিমের কুসুম, লিভার
- ৫। ক্যালসিয়াম—দুধ, পনীৰ, গম, ডিম ইত্যাদি
- ৬। ম্যাগনেসিয়াম—সবুজ শাকপাতা, কোকো, চাউল

**ভাইটামিন :** দেহের আভ্যন্তরীণ বিক্রিয়াগুলিকে সহ্যত করিয়া নির্দিষ্টরূপে ও প্রয়োজনানুযায়ী পৰিচালনাব জ্ঞাত ভাইটামিনের প্রয়োজন। এই পদার্থগুলি খুবই সামান্য পৰিমাণে দেহের প্রয়োজন। কিন্তু ইহাদের অবর্তমানে দেহের ভিতর নানারূপ অপক্ৰিয়া দেখা দেয় এবং ফলে ভাইটামিন-অভাবজনিত রোগের আবির্ভাব হয়। যেমন, খাদ্যবস্তুতে ভাইটামিন “বি” না থাকিলে বেরিবেরি রোগ দেখা দেয়, ভাইটামিন “সি” না থাকিলে দুবস্ত স্কাভি রোগ হয়। ভাইটামিনগুলি জৈবজাতীয় পদার্থ এবং প্রায়ই খুব জটিল পদার্থ। কোন কোন ভাইটামিন, যেমন ভাইটামিন “বি” অথবা “সি” জলেই দ্রবণীয়, আবার ভাইটামিন “এ”, “ডি”... ইহারা স্নেহদ্রব্য। এপযন্ত “এ”, “বি”, “সি”, “ডি” প্রভৃতি এক ডজনেরও অধিক ভাইটামিনের অস্তিত্ব প্রমাণিত হইয়াছে, আবার ইহাব মধ্যে কোন কোন ভাইটামিন একাধিক ভাইটামিনের মিশ্রণ—যেমন “বি” ভাইটামিনের ভিতর পাঁচটি বিভিন্ন ভাইটামিন বর্তমান। দেহের প্রয়োজনে প্রত্যেক ভাইটামিনের নির্দিষ্ট কার্যকাৰিতা আছে। প্রধান ভাইটামিনগুলি আমবা নিম্নলিখিত খাদ্যবস্তু হইতে সাধাবণতঃ গ্রহণ কৰি।

ভাইটামিন

খাদ্যবস্তু

“এ”—লিভার, দুধ, ডিম এবং সবুজ শাকপাতা

“বি”—গম, আছাটা চাউল, ব্রিস্ট, ডাল ইত্যাদি

“সি”—লেবু, কমলাজাতীয় ফল, টোমাটো, কফি, সাধারণ কাঁচা সজ্জী

“ডি”—মাছের লিভারের তেল, ডিম, মাখন ইত্যাদি।

খাদ্যপদার্থের পরিবর্তনগুলি কিন্তু দেহে ধাপে ধাপে সংঘটিত হয়। একটি উদাহরণ হইতে সহজেই উহা উপলব্ধি করা যাইবে। আমরা যখন ভাত খাই, উহাতে কার্বোহাইড্রেট—স্টার্চ থাকে। প্রথমে উহা মুখের ভিতরে লালার সম্পর্শে আসে। লালার ভিতরে “টাইলিন” (Ptylin) নামে একটি উৎসেচক আছে। চর্বণের সময় এই টাইলিন দ্বারা উহা জীর্ণ হইতে থাকে এবং পাকস্থলীতে যাওয়ার সময় উহা আন্ত্রে আন্ত্রে গ্লুকোজে পরিণত হইতে থাকে। খাদ্য গেলে পাকস্থলীতে পাচক রস উৎপন্ন হয়। ইহাতে খানিকটা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এবং পেপসিন, বেনিন প্রভৃতি উৎসেচক থাকে। ইহাদের সাহায্যে বিভিন্ন খাদ্যবস্তু জীর্ণ হইতে থাকে। কার্বোহাইড্রেট এখানে সম্পূর্ণরূপে গ্লুকোজে পরিণত হয়। আংশিক জীর্ণ খাদ্যবস্তু ধীরে ধীরে পাকস্থলী হইতে গ্রন্থীব ভিতর দিয়া নীচের দিকে যাওয়ার সময় লিভার হইতে নিঃসারিত পিত্ত দ্বারা এবং অগ্ন্যাশয়ের রস দ্বারা সম্পূর্ণ জীর্ণ হইয়া থাকে। অতঃপর গ্লুকোজ এবং অন্যান্য যে সকল দ্রব্য দেহের জন্য প্রয়োজন, ক্ষুদ্রান্ত্র হইতে ছোট ছোট বক্তনালীর সাহায্যে সেগুলি শোষিত হইয়া বিভিন্ন কোষে পরিচালিত হয়। অপ্রয়োজনীয় পদার্থগুলি মল-নালীর দিকে চলিয়া যায়। কোষের ভিতর যে গ্লুকোজ উপস্থিত হয়, বক্তেব সহিত মিশ্রিত অক্সিজেন দ্বারা জারিত হইয়া উহা কার্বন-ডাই অক্সাইড ও জলে পরিণতি লাভ করে। এই ভাবেই ধীরে ধীরে বিক্রিয়াগুলি সংঘটিত হইতে থাকে।

## ত্রিংশ অধ্যায় বৃত্তাকার জৈবপদার্থ

বহুকাল হইতেই নানাবকম স্তম্ভক্যুক্ত উদ্ভিজ্জ পদার্থ মানুষ ব্যবহার করিয়া আসিতেছে। পরীক্ষায় ইহাদের অধিকাংশই দেখা যায় বৃত্তাকার কঠিন-যোগ। সমস্ত বৃত্তাকার কার্বন-যোগই বেনজিন ( $C_6H_6$ ) হাইড্রোকার্বন হইতে উদ্ভূত মনে করা হয়। তাই, এখন সমস্ত বেনজিন-উদ্ভূত অথবা বৃত্তাকার যোগকেই

“গন্ধবহু (aromatic) যৌগ” বলা হয়—তাহাদের গন্ধ থাকুক আর নাই থাকুক।

রাসায়নিক ধর্মের পার্থক্য থাকার জন্য বৃত্তাকার কার্বন-যৌগ সারবন্দী কার্বন-যৌগ হইতে পৃথক আলোচনা করা হয়, যদিও এক শ্রেণীর যৌগ হইতে অপর শ্রেণীর যৌগ উৎপাদন সম্ভব। অ্যাসিটিলীন হইতে বেনজিন পাওয়া যায়, আবার বেনজিন হইতে ম্যালেইক অ্যাসিড পাওয়া সম্ভব।

জৈব যৌগের প্রায় তিন চতুর্থাংশই বৃত্তাকার যৌগ। আলকাতবা হইতেই তিনশতাধিক প্রধান বৃত্তাকার যৌগ পাওয়া যায় এবং এইগুলি হইতে বহু সহস্র যৌগ প্রস্তুত করা সম্ভব হইয়াছে। ল্যাবরেটরীতেও সংখ্যাভীত যৌগ প্রস্তুত হইয়াছে। অসংখ্য বজ্রকদ্রব্য, বহু প্লাস্টিক, নানাবকমের গন্ধদ্রব্য ও ঔষধ বৃত্তাকার যৌগ। জার্মান রসায়নবিদ বায়বেল কৃত্রিম নীল উৎপাদন ভারতবর্ষকে কুখ্যাত নীলের অত্যাচাৰ হইতে বক্ষা কবিয়াছে। এই নীলও বৃত্তাকার যৌগ।

**৩০-১। আলকাতরার পাতন :** পূর্বেই বলা হইয়াছে, কয়লাব অস্ফুর্মপাতনেব ফলে নানারকম মূল্যবান পদার্থ পাওয়া যায়। ইহাদের মধ্যে আলকাতবা অন্যতম। একদা বহু উপেক্ষিত আলকাতবা হইতে বর্তমানে নানারকম ঔষধ, বজ্রক, সুগন্ধি, বিস্ফোবক, বীজবাবক ইত্যাদি প্রস্তুত হইতেছে।

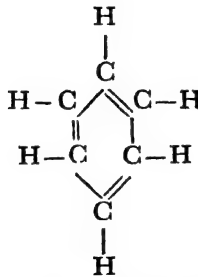
আলকাতরাতে সূক্ষ্ম কার্বনের কণা ছাড়াও নানাবকম অম্ল, ক্ষাবক ও প্রশম জটিল পদার্থ মিশ্রিত থাকে। লোহাব বড ট্যাঙ্কে আলকাতবাকে উত্তপ্ত কবিয়া উহাব নানাবিধ উপাদান উদ্ধারিত করা হয়। বিভিন্ন উষ্ণতায় উদ্ধারী বাষ্পগুলি পৃথক সংগ্রহ কবিয়া মোটামুটি চাব বকম তৈল সংগ্রহ করা হয়। এই ভাবে প্রায় ৪০০°C উষ্ণতায় পঞ্চম উহাকে উত্তপ্ত কবিলে প্রায় ৪০% ভাগ পাতিত হইয়া যায় এবং যে কালো পদার্থ ট্যাঙ্কে পড়িয়া থাকে উহা পিচ (Pitch)। বিভিন্ন উষ্ণতায় সংগৃহীত পদার্থগুলি :—

	উষ্ণতা °C	আনুমানিক শতকরা ভাগ	প্রধান উপাদান
(i) লাইট অয়েল	— ১৭০°	— ৮%	— বেনজিন
(ii) কার্বলিক অয়েল	— ২৩০°	— ১০%	— ক্রিনোল, স্ট্রাপথালিন


	উষ্ণতা °C	আনুমানিক শতকরা ভাগ	প্রধান উপাদান
(iii) ক্রিয়োজোট অয়েল —	২৭০°	—	১০% — ক্রেসোল
(iv) অ্যানথ্রাসিন অয়েল —	৩৬০°	—	২০% — অ্যানথ্রাসিন

ইহাদের প্রত্যেক অংশকে লইয়া পুনঃ পুনঃ আংশিক পাতন দ্বারা শোধিত করিয়া বিভিন্ন পদার্থ পৃথক করা হয়, লাইট অয়েল লইয়া উহাকে আবার পাতিত করা হয়। প্রথম ৭০°C পর্যন্ত বাষ্পগুলিকে আলাদা সংগ্রহ করা হয়। ৭০°Cএব অধিক উষ্ণতায় পাতিত পদার্থে প্রায় ৭০% বেনজিন থাকে।  $H_2SO_4$  এবং  $NaOH$  দ্রবণ দ্বারা শোধিত এবং পবিত্রিত করিয়া আবার আংশিক পাতন কবিলে বেনজিন পাওয়া যায়। এই বেনজিন বৃত্তাকার যৌগসমূহের আদি-পদার্থ।

৩০-২। বেনজিন,  $C_6H_6$ : বেনজিন বৃত্তাকার হাইড্রোকার্বন যৌগ। উহা অণুতে ছয়টি কার্বন পরমাণু পরস্পরের সহিত যুক্ত হওয়াব ফলে একটি ষড়ভুজ সৃষ্টি হইয়াছে। প্রত্যেকটি কার্বনের সঙ্গে একটি হাইড্রোজেন পরমাণুও যুক্ত আছে। কার্বন পরমাণুদের ভিতরে তিনটি দ্বিবন্ধ এবং তিনটি সাধারণ যোজক বর্তমান।

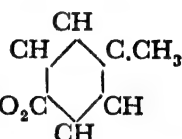
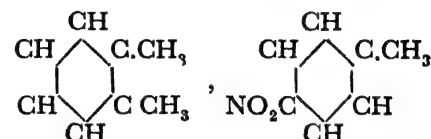
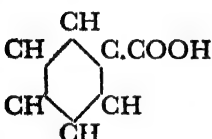
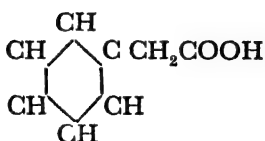
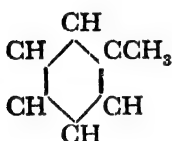
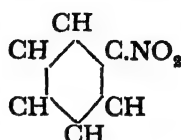
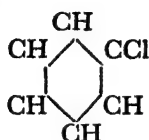
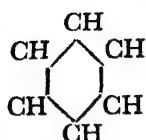


অতএব প্রত্যেকটি কার্বন পরমাণুর যোজ্যতাই চার প্রতিপন্ন হইবে। বেনজিনের এই সংযুক্তিসঙ্কেত কেকুলে (Kekule) প্রথম প্রস্তাব করেন। বিভিন্ন পরীক্ষার ফলে এই সঙ্কেতই এখন সর্বজনগ্রাহ্য বলিয়া স্বীকৃত হইয়াছে। অনেক

সময় কেবল একটি ষড়ভুজ মাত্র অঙ্কন করিয়া  বেনজিনকে প্রকাশ করা

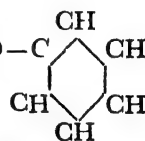
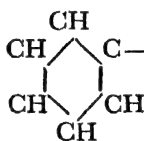
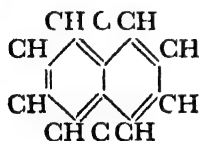
হয়।

বেনজিনের ভিতর দ্বিবন্ধ থাকিলেও উহা খুব স্থায়ী যৌগ, এই বড়ভূজ বৃত্তকে ভাঙিয়া ফেলা অপেক্ষাকৃত কঠিন ব্যাপার। সংলগ্ন হাইড্রোজেন পরমাণুগুলিকে বিভিন্ন মূলক দ্বারা অবস্থাবিশেষে প্রতিস্থাপন করিয়া নানাবকম যৌগিকপদার্থ প্রস্তুত করা সম্ভব। যেমন:—



ইত্যাদি।

আবার অনেক যৌগিকপদার্থেব একটি অণুতে একাধিক বেনজিন বৃত্তের সমাবেশ হইতে পারে। যেমন:—



গ্রাপথালিন  $C_{10}H_8$

বেনজিল  $C_{14}H_{10}O_2$

ইহাতে সহজেই বুঝা যায়, বিভিন্ন বিক্রিয়াতে বেনজিনের বৃত্তটিকে অপবিবর্তিত অবস্থায় বিক্রিয়াতে অংশ গ্রহণ কবে। সংলগ্ন হাইড্রোজেনের পরিবর্তন হইতে পারে কিন্তু কার্বন বৃত্ত অটুট থাকে।

**প্রস্তুতি :** আলকাতরাব পাতন হইতেই সমস্ত বেনজিন প্রস্তুত হয়। বিভিন্ন উপায়ে ল্যাবরেটরীতেও বেনজিন তৈয়ারী করা যায় বটে, তাৎক্ষিক কোঁতুহল ছাড়া উহাদের আর কোন গুরুত্ব নাই।

(ক) উত্তপ্ত নলের ভিতর দিয়া অ্যাসিটিলীন পবিচালিত করিলে, বেনজিন পাওয়া যায় :—  $3C_2H_2 = C_6H_6$

(খ) সোডিয়াম বেনজয়েট এবং সোডালাইম পাতিত করিলেও বেনজিন পাওয়া সম্ভব :—  $C_6H_5COONa + NaOH = C_6H_6 + Na_2CO_3$

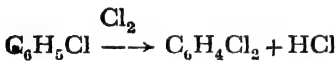
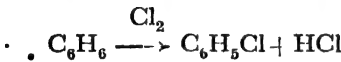
**ধর্ম :** জলের চেয়ে হাল্কা, কিন্তু জলের মতই বর্ণহীন তরল পদার্থ বেনজিন (ফ্রুটনাক,  $80^\circ C$ )। জলের সঙ্গে বেনজিন মিশেও না। ইহা একটি বিশিষ্ট গন্ধ আছে। কোহল এবং ইথাবের সঙ্গে বেনজিন মিশিয়া থাকে।

বেনজিনের হ্যালোজেন এবং অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়াগুলিই বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

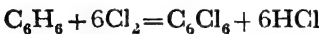
(১) সূ্যালোকে ক্লোরিন বা ব্রোমিনের সহি বিক্রিয়াতে বেনজিন হইতে যুত-যৌগিক উৎপন্ন হয়।



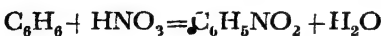
(২) লৌহ অথবা আয়োডিন প্রভাবক থাকিলে, ক্লোরিন ও ব্রোমিন আস্তে আস্তে বেনজিনের হাইড্রোজেনগুলি প্রতিস্থাপিত করে—



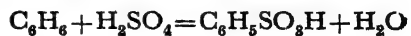
এইভাবে সমস্ত হাইড্রোজেনগুলিই প্রতিস্থাপিত হইতে পারে।



(৩) গাঢ়  $H_2SO_4$  এবং সান্দ্রিধো, বেনজিন গাঢ়  $HNO_3$  দ্বারা আক্রান্ত হইয়া নাইট্রোবেনজিনে পবিণত হয়।



(৪) সালফিউবিক অ্যাসিড সহ বেনজিন উত্তপ্ত করিলে বেনজিন-সালফনিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



(৫) স্বেততপ্ত নলের ভিতর দিয়া বেনজিন বাষ্প পরিচালিত করিলে ডাই-ফিনাইল পাওয়া যায় :—









(৬)  $২০০^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতায় হাইড্রোজেন ও বেনজিন বাষ্পের মিশ্রণ বিচূর্ণ নিকেল প্রভাবকের উপর দিয়া পরিচালিত করিলে হেপ্তাইড্রো-বেনজিন উৎপন্ন হয় :—



**ব্যবহার :** তেল ও চর্বিব দ্রাবক হিসাবে বেনজিন সর্বদা ব্যবহৃত হয়। পশম ও বেশমের বস্ত্রাদি পবিত্রকরণের জন্য বেনজিন ব্যবহাব করা হয়। পেট্রোলের সহিত মিশ্রিত অবস্থায় জ্বালানি হিসাবে ইহাকে প্রয়োগ করা হয়। কার্বালিক অ্যাসিড, নাইট্রোবেনজিন প্রভৃতি প্রস্তুতিতে বেনজিন প্রয়োজন।

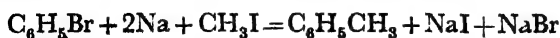
বেনজিনের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন কবিয়া নানাবকম যৌগ প্রস্তুত হয়। সাধারণতঃ ক্লোবো বেনজিন ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ ) অথবা নাইট্রোবেনজিনের ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ ) মাধ্যমেই ঐ সকল পদার্থ পাওয়া যায়। নানা বকমেব বড়, বীজবাবক, ঔষধ প্রভৃতি বেনজিন-উদ্ভূত যৌগ। যেমন, প্যাবাহাইড্রক্সি অ্যাজোবেনজিন   $\text{N}=\text{N}$    $\text{OH}$  একটি বড়; অ্যানিফেনিন,

  $\text{NHCOCH}_3$ , জববিনাশক ঔষধ, বার্বলিক অ্যাসিড,   $\text{OH}$ , বীজবাবক। সাধাবণেব প্রবোজনীয় বেনজিন উদ্ভূত কষেকটি সবল এবং সহজ যোগেব আলোচনা কবা হইতেছে।

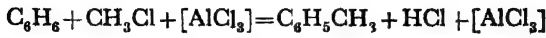
**৩০-৩। টলুইন ( $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3$ ) :** ইহাও একটি হাইড্রোকার্বন। ইহাতে বেনজিনের একটি হাইড্রোজেন মিথাইল মূলক ( $\text{CH}_3$ ) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়াছে। অতএব ইহাকে মিথাইল বেনজিন বলা যায়। বেনজিন হইতে একটি হাইড্রোজেন পবমাণু সবাইবা লইল বে একযোজী মূলক থাকিবে তাহাকে বলা হয়, ফিনাইল মূলক ( $\text{C}_6\text{H}_5$ )।  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$  ফিনাইল ব্রোমাইড বা ব্রোমো-বেনজিন,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOH}$ , ফিনাইল অ্যাসেটিক অ্যাসিড।

লাইট অরেলের আংশিক পাতনের কলে বেনজিন হাডা টলুইনও পাওয়া যায়। আরও দুইটি উপায়ে টলুইন প্রস্তুত কবা যায় :

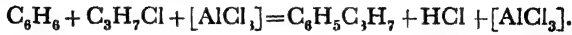
(১) **ফিটিগ পদ্ধতি :** (Fittig's method)—ইথিবীয় দ্রবণে মিথাইল অ্যায়োডাইড এবং ব্রোমোবেনজিনের মিশ্রণে ধাতব সোডিয়াম দিলে, টলুইন পাওয়া যায়। আংশিক পাতন দ্বারা উহা হইতে টলুইন উদ্ধার করা হয় :—



(২) ফ্রিডেল-ক্রাফ্ট পদ্ধতি : (Friedel-Craft's method)—অনার্দ্র  $AlCl_3$  এর প্রভাবে, মিথাইল হ্যালাইড এবং বেনজিনের বিক্রিয়াতে টলুইন পাওয়া যায় :—

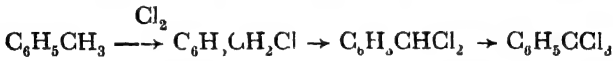


যে কোন অ্যালকিল বেনজিন এই উপায়ে প্রস্তুত করা সম্ভব :—



**ধর্ম :** সমগোত্রীয় বেনজিনেব মতই টলুইন বর্ণহীন হালকা তরল পদার্থ (ফুটনাক,  $110^\circ C$ ), জলে অদ্রবণীয়, কিন্তু ওহল, ইথাব প্রভৃতির সহিত, সমসত্ত্ব মিশ্রণ করে। টলুইনেব বাসায়নিক বিক্রিয়াও বেনজিনেব মতই।

(১) ফটন্ত টলুইনে  $Cl_2$ -গ্যাস পবিচালিত করিলে, ক্লোবিন মিথাইল মূলকেব হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন কবে, বৃত্তেব হাইড্রোজেনেব সতিত বিক্রিয়া কবে না। ধীরে ধীরে  $CH_3$  এর সমস্ত হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হইতে পারে।



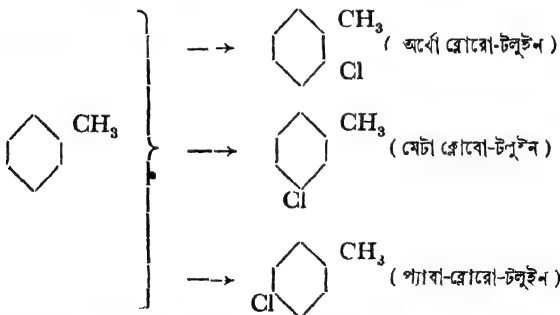
টলুইন

বেনজাইল ক্লোরাইড

বেনজাল ক্লোরাইড

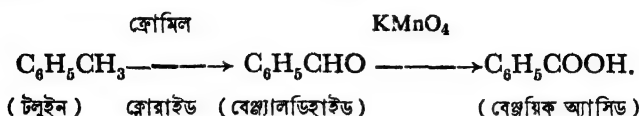
ব্রোমোট্রাইক্লোরাইড

(২) আয়োডিন, ফসফরাস প্রভৃতির প্রভাবে সাধারণ অবস্থায়  $Cl_2$ -গ্যাস বেনজিনেব সতিত বিক্রিয়া কবে এবং বেনজিন বৃত্তেব হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত কবে।  $CH_3$  এর মূলকেব কোন কপান্তর হা না। এইভাবে তিনরকম ক্লোবো-টলুইন পাওয়া সম্ভব।



যে সমস্ত  $Cl$ -পবমাণু বেনজিনের বৃত্তেব সতিত যুক্ত, উহাদিগকে সোজানুজি  $OH$ ,  $CN$  প্রভৃতি দ্বারা প্রতিস্থাপন কবা সম্ভব নয়।

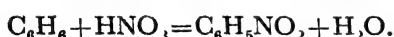
(৩) বেনজিনকে জারিত করা সূকটিন, কিন্তু টলুইনকে জারিত করিলে উহার  $\text{CH}_3$ -শাখাটি প্রথমে— $\text{CHO}$  এবং পরে— $\text{COOH}$  মূলকে পরিণত হইয়া যায়। এইভাবে বেনজয়িক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



বেনজিনেব যত টলুইনও  $\text{HNO}_3$  এবং  $\text{H}_2\text{SO}_4$  অ্যাসিড দ্বারা আক্রান্ত হইলে নাইট্রোটলুইন ও টলুইন-সালফনিক অ্যাসিড দেয়।

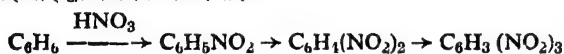
**ব্যবহার :** টলুইনও দ্রাবক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। নানাবকম ঔষধ প্রস্তুতিতে টলুইনকে আদি পদার্থ হিসাবে প্রয়োগ করা হয়। T.N.T. নামক বিস্ফোরক 'ট্রাই-নাইট্রো-টলুইন' টলুইন হইতেই তৈয়ারী হয়।

**৩০-৪। নাইট্রোবেনজিন,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ । প্রস্তুতি :** সমপরিমাণ গাঢ়  $\text{HNO}_3$  এবং গাঢ়  $\text{H}_2\text{SO}_4$  মিশ্রিত কবিয়া ঠাণ্ডা কবিয়া লওয়া হয়। অল্প অল্প পরিমাণে অ্যাসিড মিশ্রণটি বেনজিনেব সহিত মিশান হয়। অতঃপর কুপাটি গবয় জলে (  $60-70^\circ\text{C}$  ) ঘণ্টাখানেক এসাইয়া রাখা হয়।



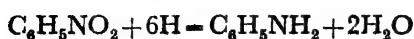
এই বিক্রিয়াব ফলে নাইট্রোবেনজিন উৎপন্ন হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড জল শোষণ কবিয়া লইয়া বিক্রিয়াটি সহজে সংঘটিত কবে।

অধিকতর উষ্ণতায় ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড ব্যবহার কবিলে ডাই-নাইট্রোবেনজিন এবং ট্রাই-নাইট্রোবেনজিন পাওয়া যাইবে



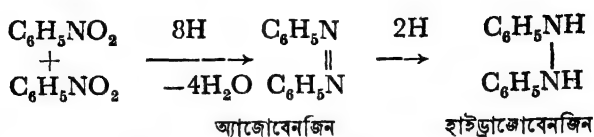
**ধর্ম :** নাইট্রোবেনজিন ঈষৎ হলুদ তবল পদার্থ। স্ফুটনাঙ্ক,  $202^\circ\text{C}$ । ইহা জলে অদ্রাব্য এবং জল অপেক্ষা ভারী। ইহাব একটি তীব্র বিশিষ্ট গন্ধ আছে। নাইট্রোবেনজিন বেশ স্থায়ী যৌগ, অ্যাসিড, ক্ষার বা জারক দ্বারা আক্রান্ত হয় না। কিন্তু বিভিন্ন বিজ্জাবকেব দ্বারা নানাবকম পদার্থে পরিণত হইয়া থাকে :—

(১) আয়নিক দ্রবণে জায়মান হাইড্রোজেন দ্বারা ( $\text{Zn} + \text{HCl}$ ) উহা অ্যানিলীনে পরিণত হয় :—



অ্যানিলীন

(২) ক্ষারকীয় দ্রবণে জারমান হাইড্রোজেন দ্বারা ( $Zn + NaOH$ ) অ্যাজো-বেনজিন বা হাইড্রাজোবেনজিন পাওয়া যায় :—



৩০-৫। অ্যানিলীন,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  : নাইট্রোবেনজিনের বিজারণে এই যৌগটি পাওয়া যায়।

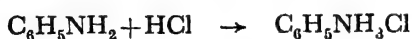
প্রধানতঃ জিঙ্ক অথবা লৌহ এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সাহায্যে উৎপন্ন জারমান হাইড্রোজেন দ্বারা নাইট্রোবেনজিনকে বিজারিত করিয়া অ্যানিলীন প্রস্তুত করা হয় :—



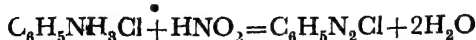
উৎপন্ন অ্যানিলীন তেলের মত ভাসিতে থাকে। স্টীম সহযোগে উহাকে পাতিত করিয়া পৃথক করা হয়।

**ধর্ম :** অ্যানিলীন তেলের মত পিচ্ছিল বর্ণহীন তরল পদার্থ। ফ্রুটনাক,  $16.3^\circ\text{C}$ । ইহা একটি নিষ্কষ গন্ধ আছে। আলো ও বাতাসের সংস্পর্শে ইহা আঁস্তে আঁস্তে বাদামী বর্ণ ধারণ করে। হঠাৎ জলে অত্রাণ্য এবং জল হইতে ভাবী। কোহল, ইথাব ও বেনজিনে ইহা দ্রবণীয়।

(১) ক্ষারকত্বের জন্য অ্যানিলীন বিভিন্ন অ্যাসিডের সহিত যুক্ত হইয়া লবণ উৎপাদন করে।

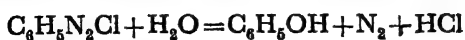


(২) শীতল অবস্থায় নাইট্রাস অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অ্যানিলীন-লবণ ডায়াজোনিয়াম যৌগ উৎপাদন করে।

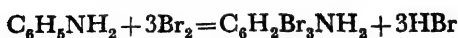


[ বেনাজিন-ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড ]

অধিকতর উষ্ণতায় ডায়াজোনিয়াম যৌগিকগুলি ভাঙিয়া যায় এবং নাইট্রোজেন গ্যাস বাহিহ হওয়ার ফলে উহা ফিনোলে পরিণত হয়।

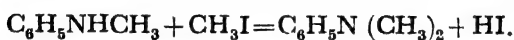
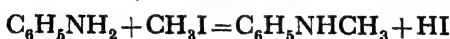


(৩) ক্লোরিন বা ব্রোমিনের সঙ্গে বিক্রিয়ার কালে অ্যানিলীন হইতে হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত যৌগ পাওয়া যায় :—



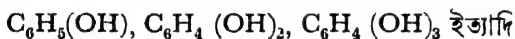
(ট্রাইব্রোমো অ্যানিলীন)

(৪) মিথাইল আয়োডাইডের সহিত বিক্রিয়ার কালে  $NH_2$ -মূলকের হাইড্রোজেন অ্যালকিল মূলকদ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় :—



অ্যানিলীন হইতে নানাপ্রকার রঞ্জনদ্রব্য এবং ঔষধ প্রস্তুত হয়। অগ্ৰাণু বহু রকমের জৈব-যৌগ তৈয়ারী করার জন্তও ইহা প্রযোজন হয়।

৩০-৬। ফিনোল (Phenol),  $C_6H_5OH$  : বেনজিনের হাইড্রোজেন OH মূলকদ্বারা প্রতিস্থাপিত যৌগগুলিকে ফিনোল বলা হয়। অর্থাৎ ফিনোলগুলি হাইড্রক্সি-বেনজিন। যথা :—



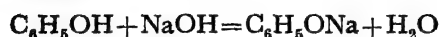
ইহাদের মধ্যে সবপ্রধান এবং সরলতম ফিনোল  $C_6H_5OH$ । ইহার অপর নাম কার্বলিক অ্যাসিড। OH থাকার জন্ত বাহুতঃ কোহলের মত দেখাইলেও ধর্মের দিক দিয়া কোহলের সহিত কোন সাদৃশ্য নাই। OH মূলকটি বেনজিন বৃত্তের সহিত সরাসরি যুক্ত থাকার জন্ত এই স্বাতন্ত্র্য ঘটিয়াছে। পক্ষান্তরে  $C_6H_5-CH_2OH$ , বেনজাইল কোহলে OH মূলকটি বৃত্তের সহিত যুক্ত নয়। ইহার ধর্ম সাধারণ কোহলের মতই।

প্রস্তুতি : (১) আলকাতরাব পাতনের সময় একটি অংশ প্রায়  $230^\circ C$  উষ্ণতায় সংগৃহীত হয়। ইহাতে কার্বলিক অ্যাসিড এবং গ্রাপথালীন ইত্যাদি থাকে। ঠাণ্ডা করিলে গ্রাপথালীন কেলাসিত হইয়া প্রথমেই পৃথক হইয়া যায়। উহাকে ছাঁকিয়া, শেষদ্রব তরল পদার্থকে NaOH সহ গরম করা হয়। ফিনোলগুলি সোডিয়াম কেনেট অবস্থায় দ্রব হইয়া যায়। অগ্ৰাণু অর্পদ্রব্য হইতে পৃথক করিয়া  $H_2SO_4$  দ্বারা কেনেট হইতে ফিনোল পুনরায় প্রস্তুত করা হয়। আংশিক পাতন দ্বারা উহাকে শোধিত করিয়া লওয়া হয়।

ধর্ম : ফিনোল বর্ণহীন স্ফটিকাকারে থাকে। গলনাঙ্ক,  $82^\circ C$ । সাধারণ উষ্ণতায় জলে বেশী দ্রবণীয় নয়, কিন্তু কোহলে এবং ইথারে দ্রবীভূত হয়। ইহার

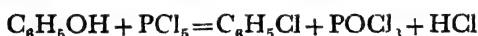
একটি বিশিষ্ট তীব্র গন্ধ আছে। গন্ধের সাহায্যেই ইহাকে চেনা যায়। ফিনোল একটি তীব্র বিষ এবং বীজবাবক।

(১) সমস্ত ফিনোলই অম্লজাতীয় যৌগ, উহার OH মূলকেব হাইড্রোজেনটি আয়নিত হয় এবং উহা লবণ উৎপাদনে সক্ষম :—

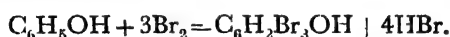


কোহল কখনও এরূপ ব্যবহার কবে না।

(২)  $PCl_5$  ফিনোলের OH মূলকেব সহিত স্বাভাবিক বিক্রিয়া কবিয়া থাকে—



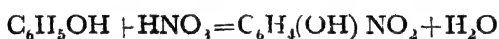
(৩) সাধারণ অবস্থায় ব্রোমিনেব সাহিত ফিনোল বিক্রিয়া কবে এবং টাইব্রোমো-ফিনোল পাওয়া যায় :—



(৪)  $H_2SO_4$  এবং  $HNO_3$  বেনজিনেব মতই ফিনোলকে আক্রমণ কবে এবং ফিনোল-সালফনিক অ্যাসিড ও নাইট্রোফিনোল পাওয়া যায় :—



( ফিনোল-সালফনিক অ্যাসিড )

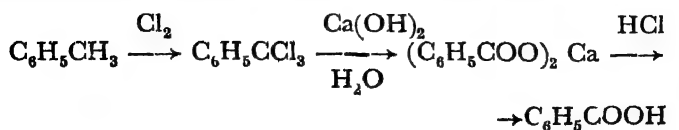


( নাইট্রোফিনোল )

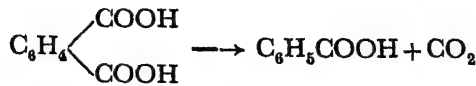
**ব্যবহার :** অধিকাংশ ফিনোলেব ব্যবহার হয় প্রাস্টিক শিল্পে। ফিনোল হইতে নানাবকম প্রাস্টিক প্রস্তুত হয়। পিকবিক অ্যাসিড নামক বিস্ফোরকও ফিনোল হইতে প্রস্তুত হয়। বীজবাবক হিসাবে কোন ক্ষেত্রে সাবানে ইহা ব্যবহৃত হয়। কোন কোন ঔষধ ও বর্ণ প্রস্তুতিতে ইহা প্রয়োজন হয়।

**৩০-৭। বেনজয়িক অ্যাসিড,  $C_6H_5COOH$  :** বেনজয়িক অ্যাসিড নানাবকমে পাওয়া যাইতে পাবে।

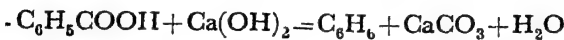
(১) টলুইনেব সহিত ক্লোরিনেব বিক্রিয়াতে যে টাই-ক্লোরো-টলুইন হয় উহাকে আদ্রবিশ্লেষিত করিলে বেনজয়িক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



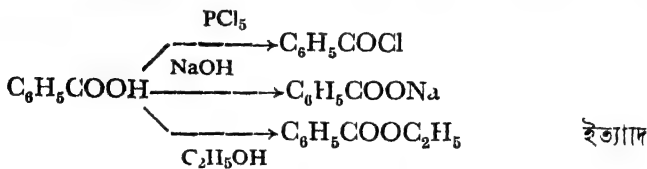
(২) ফলিক অ্যাসিড (Phthalic acid) উত্তপ্ত কবিলেও বেনজয়িক অ্যাসিড পাওয়া সম্ভব :—



বেনজয়িক অ্যাসিড সাদা চকচকে স্ফটিকাকারে পাওয়া যায়। গলনাঙ্ক,  $121^\circ\text{C}$ । গরমজল, ইথাব এবং কোহলে ইহাব যথেষ্ট দ্রাব্যতা আছে। চুনের সহিত উত্তপ্ত কবিলে উহা বেনজিনে পরিণত হয়।



উহাতে—COOH মূলক থাকার জগ্ন অল্প ত আছেই এবং জৈব-অ্যাসিডের অগ্রাগ্র গুণও বর্তমান।



বেনজয়িক অ্যাসিড ও উহাব লবণ ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়।

**জৈব রসায়নের ব্যবহার :** বসায়নের ব্যবহার সম্পর্কে পূর্বেই অনেকবার উল্লেখ করা হইয়াছে। এখানে আরও দুই একটি উদাহরণ দেওয়া হইল।

**বস্ত্র :** অ্যানিলীন, কিনোল প্রভৃতি হইতে বহু বস্তুকে বস্ত্র-বস্ত্র করা হয়। বস্ত্র, বেশম প্রভৃতি বস্ত্রের ইহা ব্যবহৃত হয়। এই সকল দ্রব্য বিভিন্নরূপে ব্যবহৃত হয়। কোন কোন বস্ত্রকে সোজাসুজি বস্ত্র বস্ত্রিত করে। আবার কখনও বাগবন্ধকেব (mordant) এবং সাহায্যে বস্ত্র বস্ত্রিত করা হয়। প্রথম পরিষ্কৃত বস্ত্রটি অ্যালুমিনিয়াম অ্যাসিটেটেব দ্রব্যে সিক্ত কবিতা পবে বস্ত্র-দ্রব্য দেওয়া হয়। ফলে, বস্ত্রকে একটি অদ্রব্য যোগে পরিণত হইয়া বস্ত্রের উপর স্থায়ী হয়।

**লিন ও বার্নিশ :** তিসিব তেল (Linseed oil) তপিত কবিলে বহু যৌগিকতাব ফলে ঘনতব হয়। এই সকল বিন্ধক তিসিব তেল (drying oil) বাতাসে রাখিয়া দিলে উহা সহজেই জারিত হইয়া কঠিন হয়। ফলে কোন বস্ত্রের উপর উহা দ্রব্য প্রলেপ দিলে, উহা হইতে একটি পাতলা কঠিন আবরণের সৃষ্টি হয়। সচরাচর গালা (shellac) তিসিব তেলে দ্রবীভূত কবিতা এই দ্রব্যের

প্রলেপ কাঠের উপর দেওয়া হয়, তাহা হইলেই উহা হইতে বার্নিশ হয়। স্পিরিটের ভিতর গালা দ্রবীভূত কবিয়া ‘স্পিরিট বার্নিশ’ হয়। স্পিরিট উবিয়া গেলে গালা প্রলেপ থাকে।

তিসির তেলের ভিতরে যদি কোন অজৈব বং (pigment) সূক্ষ্ম বিচূর্ণ অবস্থায় প্রলম্বিত কবিয়া লওয়া হয় তাহা হইলেই সাধারণ বং-বার্নিশ (paint) তৈয়াবী হয়। সঙ্গে একটু তর্পিন তেল দিতে হয়  $ZnO$ , (সাদা)  $Pb_3O_4$  (লাল) প্রভৃতি ধাতব অক্সাইড বং হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

**প্লাস্টিক :** ফিনোল ও ফরম্যালডিহাইডের বিক্রিয়াতে সেলুলয়েড জাতীয় কঠিন পদার্থ উৎপন্ন হয়। ইহাদের বলা হয় প্লাস্টিক। Bakelite একটি বহুল ব্যবহৃত প্লাস্টিক। প্লাস্টিকগুলি অদ্রাব্য এবং বিদ্যুৎ ও তাপ-পরিবাহিতা ইহাদের কম। এইজন্য আজকাল বহুরকমে প্রয়োজনীয় দ্রব্য প্লাস্টিক হইতে প্রস্তুত হয়। বর্তমানে প্লাস্টিক একটি বড় শিল্পে পরিণত হইয়াছে ফিনোল ছাড়াও অগ্নাত অনেক জৈব-যৌগ (যেমন, স্টাইরিন) হইতে বহু প্লাস্টিক এখন তৈয়াবী কবা হয়।

**প্রসাধন দ্রব্য :** সো, ক্রীম, স্নগন্ধি প্রভৃতি প্রসাধন দ্রব্যও জৈবজাতীয় যৌগ। গ্লিমাভিন ও নানাবকমেব আলকিল অ্যাসিডের সাহায্যে এগুলি প্রস্তুত হয়।



## চতুর্থ খণ্ড

### একত্রিংশ অধ্যায়

### ধাতুসমূহ

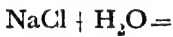
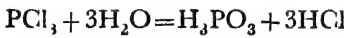
মৌলসমূহ ধাতু ও অ-ধাতু—এই দুই শ্রেণীর। এ পযন্ত যে সকল মৌলিক পদার্থেব আলোচনা করা হইয়াছে, উহাবা সকলেই অ-ধাতু। ধাতু ও অ-ধাতু এই দুই শ্রেণীব মৌলেব ধর্মের খানিকটা বিভিন্নতা আছে। মোটামুটি বলা যাইতে পারে, ধাতুগুলি সাধারণতঃ তাপ ও বিদ্যুৎপরিবাহী, দ্যুতিসম্পন্ন ও আলোকপ্রতিফলনক্ষম, পাবদ ব্যতীত অগ্নাত সব ধাতুই সাধারণ উষ্ণতায় কঠিন অবস্থায় থাকে। ধাতুব ঘাৎসঙ্কতা এবং প্রসায়তাও অধিক হইয়া থাকে। অ-ধাতুসমূহেব ভিত্তর এসকল লক্ষণ সচবাচব দেখা যায় না।

অবশ্য কোন কোন ক্ষেত্রে যে ঐ সকল বর্মের ব্যাৎক্রম হয় না, তাহা নহে। যেমন, গ্রাফাইট অ-ধাতু কিন্তু বিদ্যুৎ পরিবাহী, হীরক অ-ধাতু কিন্তু আলোক-প্রতিফলনক্ষম, আয়োডিন অ-ধাতু হইলেও দ্যুতিসম্পন্ন, সোডিয়াম ধাতু হইলেও অত্যন্ত হাল্কা, উহাব ঘনত্ব জলের চেয়েও কম, এবং অনেক অ-ধাতুও সাধারণ উষ্ণতায় কঠিনাকাব থাকে। অতএব উক্ত ধর্মগুলিব দ্বাবা কোন মৌলেব সঠিক শ্রেণী-নির্ণয় সর্বদা সম্ভব নাও হইতে পারে।

আমরা পূবেই দেখিয়াছি, অনেক যৌগিক পদার্থ জলীয় দ্রবণে বিদ্যুৎ পরিবহন করিতে পারে। দ্রবীভূত অবস্থায় এই সকল যৌগিক পদার্থ বিয়োজিত হইয়া আবেনে বপাস্তবিত হয়। বিভিন্ন মৌলেব পরমাণুগুলি এইকপে পবা ও অপবা বিদ্যুৎসম্পন্ন আয়নে পরিণত হয়। সর্বদাই দেখা গিয়াছে ধাতব আয়ন-গুলি পবাবিদ্যুৎযুক্ত এবং অ-ধাতব পরমাণুগুলি আয়নিত অবস্থায় অপবাবিদ্যুৎযুক্ত হইয়া থাকে। বস্তুতঃ ইহাব উপব নিভর কবিয়াই ধাতু ও অ-ধাতুব শ্রেণী-বিভাগ হইয়াছে। যে সকল মৌলেব পবমাণু হইতে পবাবিদ্যুৎযুক্ত আয়নের উৎপত্তি হয় উহারা ধাতু, পক্ষান্তবে যে সব মৌলেব পবমাণু অপবাবিদ্যুৎযুক্ত আয়নের উৎপত্তি কবে উহাবা অ-ধাতু। হাইড্রোজেনেব কথা অবশ্য স্বতন্ত্র। অগ্নাত ধর্মবিচারে হাইড্রোজেন অ-ধাতু হইলেও উহাব আয়ন পবাবিদ্যুৎসম্পন্ন।

এইজন্ম হাইড্রোজেন ও ধাতব মৌলসমূহকে পরাবিদ্যুৎবাহী মৌল, এবং হাইড্রোজেন ব্যতীত অন্যান্য অ-ধাতব মৌলকে অপবাবিদ্যুৎবাহী মৌল হিসাবে গণ্য করা হয়।

বাসায়নিক ধর্মের দিক দিয়া বিচার করিলেও ধাতু ও অ-ধাতু ভিত্তিক খানিকটা পার্থক্য পাবিলক্ষিত হয়। যেমন ধাতব অক্সাইডসমূহ ক্ষাবজাতীয়, কিন্তু অ-ধাতব অক্সাইডগুলি সাধারণতঃ অম্লজাতীয়। অধিকাংশ ধাতুই খনিজ অ্যাসিড দ্বারা আক্রান্ত হইয়া থাকে, কিন্তু অ-ধাতব মৌলসমূহের সহিত অ্যাসিডের সক্রিয়তা যথেষ্ট কম। ধাতুগুলি হাইড্রোজেনের সহিত খুব কমই সংযুক্ত হয়, এবং হইলেও ঐ সকল হাইড্রাইড অস্থায়ী ধবণের হইয়া থাকে। সাধারণতঃ অ-ধাতব হাইড্রাইডগুলি বিশিষ্ট স্থায়ী যৌগিক পদার্থ হইয়া থাকে। অ-ধাতব ক্লোরাইডগুলি অনেক ক্ষেত্রে জলের দ্বারা আর্দ্রবিশ্লেষিত হইয়া যায়, কিন্তু ধাতব ক্লোরাইডের অত সহজে আর্দ্রবিশ্লেষণ হয় না।



### তাড়িত রাসায়নিক বৈশ্ব :

কোন একটি ধাতুকে যদি জলের সংস্পর্শে রাখা যায় তবে ধাতুর পবমাণুগুলি আয়নিত হইয়া দ্রবণে যাইতে চেষ্টা করে। জিক্স হইতে জিক্সে আয়ন হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। কিন্তু জলের পরিবর্তে যদি ধাতুটিকে হওয়ার নিজেবই আয়ন বর্তমান একই কোন দ্রবণে সংস্পর্শে রাখা যায় তবে দুইটি বিপরীত বিক্রিয়ার সম্ভাবনা দেখা দেয়। অর্থাৎ জিক্স ধাতু যদি জিক্স সালফেট দ্রবণের সংস্পর্শে আসে তবে একদিকে যেমন দ্বিধাধাতুর পবমাণুগুলি আয়নিত হওয়ার সম্ভাবনা অপরাধিকে দ্রবণ হইতে জিক্স আয়নগুলি আবাব পরমাণুতে পরিণত হইয়া ধাতুর উপর জমিতে চেষ্টা করে।



এই ক্ষেত্রে দেখা যায় যে দ্রবণের জিক্স আয়নের পবমাণুকূপে পরিণত হওয়ার ক্ষমতা অপেক্ষা জিক্স পবমাণুর আয়নিত হওয়ার ক্ষমতা অনেক বেশী হওয়ায় কিছু জিক্স আয়নিত হইয়া পড়ে। সব ধাতুর এই ক্ষমতা এককণ নহে। কপার ধাতু যদি কপার-সালফেট দ্রবণের সংস্পর্শে আসে তবে কপারের আয়নিত হওয়ার পরিবর্তে কপার আয়নের পরমাণু পরিণত হওয়া সম্ভাবনা বেশী। প্রত্যেকটি ধাতুকে যদি তাহার নিজ নিজ আয়নের তুল্য দ্রবণে সংস্পর্শে রাখি, তবে বিভিন্ন ধাতুর এই আয়নিত হওয়ার ক্ষমতার একটা তুলনা সম্ভব হইতে পারে। [ এক লিটার দ্রবণে এক গ্রাম আয়ন দ্রবীভূত থাকিলে, উহাকে তুল্য-দ্রবণ বলা হয়। ] এখন, জিক্স ধাতু যদি জিক্স-সালফেটের তুল্য দ্রবণে রাখি, তবে আয়নিত হওয়ার অধিকতর ক্ষমতার জন্য উহা হইতে

কিঞ্চিৎ জিঙ্ক-আয়ন সৃষ্টি হইয়া দ্রবীভূত হইবে। ইহার ফলে, জিঙ্ক ধাতুটির উপরে অপরা-বিদ্যুৎভার বাড়িবে এবং এই অপরা-বিদ্যুৎ আর পরাবিদ্যুৎবাহী জিঙ্ক আয়নকে ছাড়িয়া যাইতে দিবে না। জিঙ্ক ধাতুটির উপর অপরা-বিদ্যুৎ থাকিবে এবং দ্রবণে থাকিবে কিঞ্চিৎ অতিরিক্ত পরা-বিদ্যুৎ। জিঙ্ক ও দ্রবণের ভিতর এইরূপে একটি তাড়িত বৈভবের সৃষ্টি হইবে। ইহাকে সচরাচর তাড়িত-বাসায়নিক বৈভব বলে।

এইরূপ, কপার যদি কপার লবণের দ্রবণের সংস্পর্শে আসে, তবে অধিকতর ক্ষমতাব জন্ত দ্রবণ হইতে কপার আয়ন ধাতুর উপর সামান্য জমিলেই, কপার ধাতুর উপর পরা-বিদ্যুৎভাব সঞ্চারিত হইবে। এই পরাবিদ্যুৎ সমধর্মী কপার আয়নকে আব পবিচ্ছন্ত হইতে দিবে না। এখানেও তাড়িত-বৈভবের সৃষ্টি হইবে। কপার ধাতু পরাবিদ্যুৎবাহী এবং দ্রবণটি অপরাবিদ্যুৎবাহী হইবে। মাত্রিক দিক হইতে এই সকল বৈভব তুলনা করার জন্য হাইড্রোজেনকে মাপকাঠি লওয়া হইয়াছে। হাইড্রোজেন যদি  $H^+$  আয়নের তুল্য দ্রবণের সংস্পর্শে আসে তবে যে তাড়িত-বৈভবের সৃষ্টি হয় তাকে শূন্যমাত্রা ধরা হয়। এত মাপ অনুযায়ী বাতন্ত্র ধাতুর তাড়িত রাসায়নিক-বৈভব

#### তাড়িত বাসায়নিক-বৈভব শ্রেণী

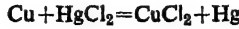
ধাতু	বৈভব	ধাতু	বৈভব
K	-২.৯২	Ni	-০.২২
Na	-২.৭১	Sn	-০.১৪
Ba	-২.১৫	Pb	-০.১৩
Ca	-১.৮৭	H	০.০০
Mg	-১.৫৫	Cu	+০.৩৪৪
Al	-১.৬৭	Hg	+০.৭৯
Zn	-০.৭৫৮	Pt	+০.৮৬
Fe	-০.৪৪১	Ag	+০.৭৯৯
Co	-০.২৯	Au	+১.৫

এই শ্রেণীতে যার স্থান যত উপরে, সেই ধাতুর আয়নিত হওয়ার সম্ভাবনা তত বেশী। বিভিন্ন ধাতুর রাসায়নিক ধর্মবিচারে এই বৈভব শ্রেণীটির গুরুত্ব সমধিক। এই শ্রেণীতে বিভিন্ন স্থান অনুযায়ী ধাতুর বাসায়নিক সক্রিয়তা নির্ধারিত হয়। উদাহরণ স্বরূপ কয়েকটি বিষয় উল্লেখ করা হইল :—

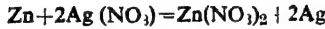
(১) প্রতিস্থাপন ক্রিয়া : যদি একটুকরা লৌহ কপার-সালফেটের লবণের দ্রবণে রাখা যায় তবে সঙ্গে সঙ্গেই উহা উপর দ্রবণ হইতে কপার ধাতু জমিতে আরম্ভ হইবে এবং লৌহ দ্রবীভূত হইবে।



কিন্তু যদি কপার ধাতুর পাত ফেবাস-সালফেট দ্রবণে রাখি, কোনই পরিবর্তন হইবে না। আবার কপার ধাতুটিকে যদি মারকারি ক্লোরাইড দ্রবণে রাখা যায় তবে তৎক্ষণাৎ উহা উপরে ধাতব মারকারি জমিতে স্তর হইবে। কিন্তু মারকারি কপার লবণের দ্রবণে রাখিলে কিছুই হইবে না।



অর্থাৎ বৈভব শ্রেণীতে যে ধাতুর স্থান উপরে সেইটি তাহাব নিম্নস্থিত ধাতুকে উহার লবণ হইতে প্রতিস্থাপিত করিতে পারিবে। সেইজন্য কপার, সিলভার প্রভৃতি ধাতু সোডিয়াম, পটাসিয়াম, আয়রন, জিঙ্ক প্রভৃতিকে উহাদের লবণের দ্রবণ হইতে প্রতিস্থাপিত করিতে পারে না। কিন্তু ম্যাগনেসিয়াম, জিঙ্ক আয়রন, সোডিয়াম, কপার প্রভৃতি ধাতু সিলভার-নাইট্রেট দ্রবণ হইতে অতি সহজে সিলভারকে প্রতিস্থাপিত করিবে।



(২) অ্যাসিড ও জলের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন : বৈভব শ্রেণীতে দেখা যায় কতকগুলি ধাতু (যেন, Cu, Hg, Ag) স্থান হাইড্রোজেনের নীচে। অতএব, পূর্বোক্ত নিয়ম অনুযায়ী উপবস্ত্র ধাতুগুলির জল বা অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপন করা সহজ। কিন্তু কপার সিলভার প্রভৃতি নিম্নস্থ ধাতুগুলি জল হইতে বা অ্যাসিড হইতে সহজে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন করিবে না। সেইজন্য জিঙ্ক বা আয়রন সাদাফিউরিক অ্যাসিড হইতে সঙ্গে সঙ্গে হাইড্রোজেন উৎপাদন করে। কপার পারে না।

টিন, লেড, ব্যাতীত হাইড্রোজেনের উপবস্ত্র সমস্ত ধাতুই জল হইতে হাইড্রোজেন উৎপাদন করে। যে ধাতু যত বেশী পবাবিদ্রাব্যবাহী অর্থাৎ উপরে স্থান পাওয়াছে, সেইটি তত সহজে জল হইতে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন করিবে। সোডিয়াম জলের সংশ্লিষ্ট অ্যাসিডে হাইড্রোজেন গ্যাস হয়, কিন্তু ম্যাগনেসিয়াম আয়রন প্রভৃতি উচ্চতর উষ্ণতায় স্ফীত হইতে হাইড্রোজেন দেয়।

(৩) অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়া : যে ধাতু যত বেশী পবাবিদ্রাব্যবাহী তাহাব অক্সিজেনের প্রতি সক্রিয়তা তত বেশী। অর্থাৎ বৈভব শ্রেণীর অবস্থান অনুযায়ী এই সক্রিয়তা নির্ধারিত হইবে। পটাসিয়াম সোডিয়াম প্রভৃতি অক্সিজেন গ্যাসের সংশ্লিষ্ট অ্যাসিডে তাহাব দহন হয়। ম্যাগনেসিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম উভয়ই অক্সিজেনের সংশ্লিষ্ট অ্যাসিডে দহন হয়। আবার পটাসিয়াম, সিলভার প্রভৃতিকে অক্সিজেনে দহন করা কষ্টসাধ্য। ফলে অধিকতর পবাবিদ্রাব্যবাহী ধাতুগুলির অক্সাইডসমূহ খুব স্থায়ী এবং তাহাদের বিয়োজন করা দুষ্কর। যথা, সোডিয়াম অক্সাইড, অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড প্রভৃতিকে কার্বন দ্বারা বিজারিত করিয়া ধাতু নিকাশন করা যায় না, তড়িৎ-বিচ্ছেদ পদ্ধতিতে এরোগ দরকার হয়। পদ্ধতিগত, মারকারি, গোলা প্রভৃতির অক্সাইড সহজেই এমনকি সামান্য তাপ প্রয়োগেই বিয়োজিত হইয়া থাকে।

ক্লোরিনের সহিত বিক্রিয়াতেও ধাতুগুলির একইরূপ ব্যবহার পরিলক্ষিত হয়।

৩১-১। প্রকৃতিতে ধাতুর অবস্থান—কোন কোন ধাতু প্রকৃতিতে মৌলবস্তুতেই পাওয়া যায়, যেমন সোনা, প্লাটিনাম ইত্যাদি। কিন্তু অধিকাংশ ক্ষেত্রেই উহারা বিভিন্ন যৌগিক পদার্থরূপে থাকে। এই সকল যৌগিক পদার্থ নানা বকমেব হইতে পারে। ইহাদের কয়েকটি উদাহরণ নিম্নে দেওয়া হইল :—

(১) অয়াইড—আলুমিনিয়াম [ বক্সাইট,  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$  ]

আয়রন [ হেমাটাইট,  $Fe_2O_3$  ] ইত্যাদি।

(২) ক্যাবনেট—ক্যালসিয়াম [ চূনাপাথর, লাইমস্টোন,  $CaCO_3$  ]

ম্যাগনেসিয়াম [ ম্যাগনেসাইট,  $MgCO_3$  ]

(৩) সালফাইড—মারকারি (পাথর) [ সিনাবার,  $HgS$  ]

লেড (সাসক) [ গেলেনা,  $PbS$  ]

(৪) সালফেট—ক্যালসিয়াম [ জিপসাম,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  ]

(৫) নাইট্রেট—সোডিয়াম [  $NaNO_3$  ]

(৬) গ্যালাইড—ক্যালসিয়াম [ ফ্লুয়োস্পার  $CaF_2$  ]

(৭) সিলিফেট—ম্যাগনেসিয়াম [ মাইকা, অত্র,  $KHMg_2Al_2(SiO_4)_3$  ]

(৮) ফসফেট—ক্যালসিয়াম [ ফসফরাইট,  $Ca_3(PO_4)_2$  ]

এই সকল স্বভাবজাত ধাতব যৌগপদার্থ প্রায়ই পাথর বা শিলারূপে কঠিন অবস্থায় থাকে। কখনো মাটির নীচে বা কখনো ভূপৃষ্ঠে ইহাদিগকে দেখা যায়। সচবাচব এই স্বভাবজাত অজৈব বস্তুগুলিকে আমবা খনিজ বলি। প্রকৃতিজাত পাথর বা শিলাগুলিব একটি বৈশিষ্ট্য আছে। উহাদের বাসায়নিক উপাদানগুলি জুনিযত। যেমন, বক্সাইট পাথরে সবদাই সোদক অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড থাকে  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ । খনিজ বস্তুতে একাবিক যৌগ থাকাও সম্ভব। যেমন, কার্নালাইট  $KCl$ ,  $MgCl_2$ ,  $6H_2O$ , ক্রায়েলাইট,  $3NaF$ ,  $AlF_3$ , ইত্যাদি।

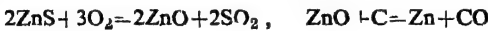
খনিজ পাথরের ভিতর আসল বস্তুটির সহিত অগ্ৰাণ্ড অপ্রয়োজনীয় পদার্থ, মাটি, বালু প্রভৃতি মিশ্রিত থাকে। খনিজের এই সকল মালিগা বা অপদ্রব্যকে ‘খনিজ-মল’ (Gangue) বলা যাইতে পারে। খনিজ-মলের প্রকার ও পরিমাণ অবশ্য খনিজ পাথরের অবস্থান ও পাবিপাশ্বিক অবস্থার উপর নির্ভর করে। কোন কোন সময় খনিজের ভিতর আসল বস্তু অপেক্ষা খনিজ-মলই অনেক বেশী থাকে।

যে সকল খনিজ হইতে কোন ধাতু নিষ্কাশন করা হয় সেই সকল খনিজ বস্তুকে সেই ধাতুব আকরিক (Ore) বলা হয়। অনেক সময় অবশ্য আকরিক

হইতে ধাতু-নিষ্কাশন বিশেষ সহজসাধ্য নয়। ব্যাপক অর্থে ধাতু বা ধাতুর কোন যৌগ মিশ্রিত সমস্ত স্বভাবজাত বস্তুকেই ঐ ধাতুব আকরিক বলিয়া ধরা হয়। সমুদ্র লবণ সোডিয়ামের আকরিক, হেমাটাইট লৌহ-আকরিক, বক্সাইট অ্যালুমিনিয়ামের আকরিক ইত্যাদি।

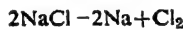
৩১-২। ধাতু-নিষ্কাশন—স্বভাবজাত আকরিক হইতে ধাতুটি যে উপায়ে প্রস্তুত করা হয় তাহাকে ধাতু-নিষ্কাশন-প্রণালী বলে। ধাতু-নিষ্কাশন কাযটি প্রধানতঃ দুইটি উপায়ে সম্পন্ন করা হয়।

১। কোন কোন ক্ষেত্রে আকরিকসমূহকে তাপশক্তির সাহায্যে উচ্চ উষ্ণতায় বিযোজিত বা বিজারিত করিয়া ধাতুত পবিণত করা হয়। তাপপ্রয়োগই এই সকল ক্ষেত্রে সর্বাপেক্ষা প্রয়োজনীয়। লোহা তামা দস্তা সীসা প্রভৃতি এই উপায়ে উদ্ভাবের আকরিক হইতে প্রস্তুত করা হয়। উদ্ভাবের আকরিকগুলিকে প্রথমতঃ বাতাসে অত্যন্ত তাপিত করিয়া ধাতব অক্সাইডে পবিণত করা হয় এবং তৎপর সেই অক্সাইডকে বিজারিত করা হয়। সাধারণতঃ বিজারণ কার্যে কোক-কার্বন ব্যবহৃত হয়। যথা—



[ জিঙ্ক-রেণ্ড ]

২। আবার কোন কোন ক্ষেত্রে তাপ প্রয়োগ দ্বারা আকরিকের বিযোজন বা বাসায়নিক পরিবর্তন সম্ভব নয়। এই সকল ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ সাহায্যে তড়িৎ-বিশ্লেষণ করা প্রয়োজন। সোডিয়াম, পটাসিয়াম অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি ধাতু তড়িৎ-বিশ্লেষণের সাহায্যে উৎপাদন করা হয়। যথা বিগলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা সোডিয়াম প্রস্তুত করা হয়।



অধিকতর পরাবিদ্যুৎ সম্পন্ন (Electropositive) ধাতু বাল্বজেনের প্রতি আকর্ষণ সমধিক। ঐ সকল অক্সাইডকে কার্বন দ্বারা বিজারণ করা কষ্টসাধ্য, এইজন্ত অধিকতর পরাবিদ্যুৎসম্পন্ন ধাতুসমূহ উদ্ভাবের যৌগ হইতে তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা উৎপাদন করা হয়।

### ৩১-৩। ধাতু-নিষ্কাশনের বিশেষ প্রক্রিয়াসমূহ :

**গাঢ়ীকরণ (Concentration)**—সমস্ত আকরিকেই অল্পবিস্তর খনিজ-মল থাকে।

উহা হইতে ধাতু-নিষ্কাশন করণের পূর্বে যথাসম্ভব খনিজ-মল দূরীভূত করিয়া লওয়া হয়। ইহার ফলে আকরিকের ভিতর প্রয়োজনীয় যৌগিক-পদার্থের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। ইহাকে আকরিকের গাঢ়ীকরণ বলা হয়। বিভিন্ন আকরিকের গাঢ়ীকরণে বিভিন্ন পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়। কখনো কখনো উহাকে বিচূর্ণ করিয়া ধৌত করিলেই খনিজ-মল অনেকাংশে দূরীকৃত হয়। আবার কখনো তেল ও জলের মিশ্রণে বিচূর্ণ আকরিক দিয়া উহার ভিতর বায়ু পরিচালনা করিলে খনিজ মল পৃথক হইয়া যায়। এইরূপ নানা উপায় অবলম্বিত হয়।

ইহা ছাড়া, তাপ-প্রয়োগে যে সমস্ত ধাতু-নিষ্কাশন কার্য সম্পাদিত হয়, তাহাতে কয়েকটি বিশেষ প্রক্রিয়ার সাহায্য লইতে হয়। যথা :—

(১) **ভস্মীকরণ (Calcination)**—অনেক আকরিকই প্রথমে বিশেষ রূপে তাপিত করিয়া লওয়া হয়। ইহাতে আকরিকে উদ্বারী পদার্থ যদি কিছু থাকে তাহা দূরীভূত হইয়া যায়। ফলে খনিজটি অপেক্ষাকৃত কাঁপা ও সচ্ছিন্ন হয় এবং বিস্তৃত অবস্থায় পাওয়া যায়। এই প্রক্রিয়াটিকে ভস্মীকরণ বলা হয়। এই প্রক্রিয়ার সময় অবশ্য খনিজটিকে গলানো হয় না।

(২) **তাপ-জারণ (Roasting)**—অনেক সময়েই আকরিকটিকে বাতাসে অত্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া উহাকে ধাতব অক্সাইডে পরিণত করিয়া লওয়ার প্রয়োজন হয়। অবশ্য এই প্রক্রিয়াতে আকরিকটিকে গলিতে দেওয়া হয় না। এইরূপ বাতাসে তাপিত করিয়া জারিত করাকে আকরিকের তাপ-জারণ বলা হয়।

(৩) **বিগলন (Smelting)**—অতিরিক্ত উষ্ণতায় রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে প্রায়ই চূর্ণীর ভিতর বিগলিত অবস্থায় ধাতুটি উৎপন্ন হয়। যে প্রক্রিয়ার ফলে ধাতু বিগলিত অবস্থায় পাওয়া যায় তাহাকে বিগলন-প্রণালী (Smelting Process) বলে। তড়িৎ-বিলেপণেও অনেক সময় ধাতুটি বিগলিত অবস্থায় পাওয়া যায়। কিন্তু ইহাকে বিগলন বলা হয় না।

বিগলিত ধাতু হইতে অশুদ্ধ অপ্রয়োজনীয় দ্রব্য বাহ্যতে সহজে গলিয়া পৃথক হইয়া যায় সেই-জন্ত কতকগুলি বস্তু প্রায়ই চূর্ণীতে আকরিকের সহিত মিশ্রিত করিয়া দেওয়া হয়। এই পদার্থগুলি আকরিকের অন্তর্ভুক্ত অপদ্রব্যগুলির সহিত সংযুক্ত হয় এবং উহাকে গলাইয়া পৃথক করিয়া ফেলে। এই পদার্থগুলিকে **বিগালক (Flux)** বলে। বিগালক ও অপ্রয়োজনীয় পদার্থসমূহের সংযোগে যে সকল বস্তু উৎপন্ন হয় তাকে **ধাতু-মল (Slag)** বলা হয়। যেমন কোন আকরিকের ধাতু-নিষ্কাশনের সময় বালু ( $\text{SiO}_2$ ) থাকিলে উহাতে বিগালক হিসাবে কিছু চুন মিশ্রিত করিয়া লওয়া হয়। কারণ  $\text{SiO}_2$  সহজে গলে না বা পৃথক করা যায় না, কিন্তু চুন সিলিকার সহিত যুক্ত হইয়া ক্যালসিয়াম সিলিকেটে পরিণত হয়। উহা অপেক্ষাকৃত কম উষ্ণতায় গলিয়া ধাতু-মল হিসাবে পৃথক হইয়া যায়।

**ক্ষার-ধাতু :** সর্বাধিক পরাবিছাৎগুণসম্পন্ন লিথিয়াম, সোডিয়াম, পটাসিয়াম, রুবিডিয়াম ও সিজিয়াম—এই পাঁচটি ধাতুকে ক্ষারধাতু বলা হয়। এই ধাতু কয়টি সোডাসুজি জলের সহিত বিক্রিয়া করিয়া তীব্রক্ষার উৎপন্ন করে; সেই জন্তই এই নামকরণ হইয়াছে। প্রকৃতপক্ষে, কঠিক সোডা, কঠিক পটাস প্রভৃতি তীব্রক্ষার বিয়োজিত করিয়াই এই ধাতুগুলি সর্বপ্রথম আবিষ্কৃত হয়। এই ধাতু কয়টির নিজেদের ভিতরেও অনেক সাদৃশ্য আছে। এই পাঁচটির মধ্যে সোডিয়ামের পরিমাণই পৃথিবীতে বেশী।

## সোডিয়াম

চিহ্ন, Na

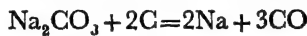
পারমাণবিক ভর, ২৩

ক্রমাঙ্ক ১১

৩১-৪। অত্যধিক সক্রিয়তার জন্য প্রকৃতিতে সোডিয়াম পাওয়া যায় না। উহা যে সকল ঘোঁগ পাওয়া যায় তাহাদেব প্রধান কয়েকটির নাম উল্লেখ করা যাইতে পাবে :—

- (১) সোডিয়াম ক্লোরাইড, ( খাটলবণ ),  $\text{NaCl}$ , সমুদ্রের জলে এবং লবণের খনি হইতে।
- (২) সোডিয়াম নাইট্রেট, ( চিলি-শোরা ),  $\text{NaNO}_3$ , চিলির সমুদ্র-উপকূলে।
- (৩) সোডিয়াম কার্বনেট,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ । মাটি ও বায়ুকার সহিত মিশ্রিত অবস্থায় ইহা থাকে। মিশরে ইহাকে ট্রোনা (Trona) ও ভারতে ইহাকে সাজিমাটি বলে।
- (৪) সোডিয়াম পাইরোবোরেট, ( বোরাক্স বা সোহাগা ),  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ । তিব্বত, হিমালয় অঞ্চল ও সিংহলে পাওয়া যায়।
- (৫) সোডিয়াম-আলুমিনিয়াম সিলিকেট বা সোডা-ফেল্ডস্পার,  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ । ইহা এক প্রকাব খনিজ পাথর, বহু পাহাড়েই ইহার সন্ধান পাওয়া যায়।

৩১-৫। সোডিয়াম প্রাপ্তি—পবাবিভ্যংবাহী মৌলসমূহের ভিতব সোডিয়াম অল্পতম, স্তববা অক্সিজেন বা অক্সিজেন অ-ধাতুর প্রতি উহাব আসক্তিও সধিক। এই কাবণে উহাব অক্সাইড বা অক্স কোন লবণকে উত্তপ্ত করিয়া কার্বন প্রভৃতি বিজাবক সাহায্যে বিশ্লেষিত কবা অত্যন্ত কষ্টসাধ্য, .তবে অসম্ভব নহে।



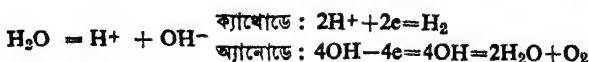
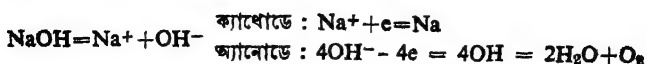
কাছনাবেব (Castner) প্রবর্তিত পদ্ধতি অনুসাবে কষ্টিকসোডাব তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বাবা সোডিয়াম প্রস্তুত কবা হয়। অধুনা কোন কোন দেশে খাটলবণেব ( $\text{NaCl}$ ) তড়িৎ-বিশ্লেষণ সাহায্যেও ধাতুটি উৎপাদন কবা হইতেছে।

৩১-৬। কাছনার পদ্ধতি (Castner Process)—দুইটি তড়িৎঝারের সাহায্যে গলিত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের ভিতব বিদ্যুৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে উহা বিশ্লেষিত হইয়া ক্যাথোডে সোডিয়াম ও হাইড্রোজেন এবং অ্যানোডে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।  $2\text{NaOH} = 2\text{Na} + \text{H}_2 + \text{O}_2$

গলিত কষ্টিকসোডা বিদ্যুৎ-পবিবাহী এবং উহাতে  $\text{Na}^+$  আয়ন এবং  $\text{OH}^-$  আয়ন থাকে। তড়িৎ-প্রবাহ দিলে, এই আয়নগুলি তড়িৎ-ভাবে গিয়া উহাদের



আধান হইতে মুক্তি লাভ করে এবং নিম্নলিখিত উপায়ে বিশ্লেষণটি সংঘটিত হইয়া থাকে :—



অর্থাৎ ক্যাথোডে সোডিয়াম ও অ্যানোডে OH যৌগমূলক উৎপন্ন হয়। কিন্তু OH মূলকের কোন স্বাধীন সত্তা নাই, অতবাং উহা জল ও অক্সিজেনে পরিণত হইয়া-যায়। অ্যানোডে উৎপন্ন জল অতঃপব বিদ্যুৎ-প্রবাহ দ্বারা বিশ্লেষিত

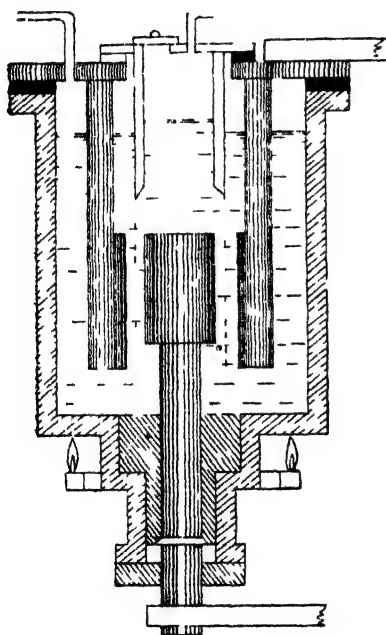
হইয়া হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনে পরিণত হয়। হাইড্রোজেন ক্যাথোড এবং অক্সিজেন অ্যানোড হইতে পাওয়া যায়।

গলিত কস্টিকসোডার পরিবর্তে কস্টিকসোডার জলীয় দ্রবণ হইতে তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা সোডিয়াম পাওয়া সম্ভব নয়। কারণ, ক্যাথোডে সোডিয়াম উৎপন্ন হওয়ামাত্র জলের সহিত বিক্রিয়ার ফলে উহা পুনরায় কস্টিকসোডাতে পরিণত হইয়া যাইবে।

ঢালাই লোহাব তৈয়াবী ছোট ছোট গোলাকাক ট্যাঙ্কে কস্টিক সোডার তড়িৎ-বিশ্লেষণ সম্পাদিত হয়। কস্টিকসোডা গলিত অবস্থায় বাধার জন্য ট্যাঙ্কের নীচে গ্যাস-দীপ জালিয়া উহাকে তাপিত করা হয়। ট্যাঙ্কের নীচের অংশটি একটি

চিত্র ৩১ক—সোডিয়াম প্রস্তুতি (কাহ্নার পদ্ধতি)

নলের আকারে প্রসারিত। এই নলের ভিতর একটি লোহার ক্যাথোড প্রায় ট্যাঙ্কের মধ্যস্থলে প্রবেশ করে (চিত্র ৩১ক)। ক্যাথোডের উপরের অংশ-টুকু অপেক্ষাকৃত প্রশস্ত থাকে। গলিত কস্টিকসোডা নীচের নলের ভিতরে গিয়া



শীতল হইয়া জমিয়া যাওয়ার ফলে ক্যাথোডটিকে স্থিরভাবে দণ্ডায়মান রাখার কোন অসুবিধা হয় না। ক্যাথোডটিকে বেষ্টন করিয়া উহার কিছুদূরে একটি নিকেলের দৃঢ় পাত উপব হইতে ঝুলাইয়া রাখা হয়। ইহা অ্যানোডের কাজ করে। ট্যাঙ্কের অগ্ন্যাগ্ন অংশ হইতে অ্যানোড ও ক্যাথোড অবশ্রুই অন্তরিত (insulated) অবস্থায় থাকে। ক্যাথোডেব অব্যবহিত উপবে একটি গোলাকার লৌহপাত্র থাকে। উহাব নীচেব দিকটা খোলা, এবং উপবেব দিকে গ্যাস বাহির হইয়া যাওয়াব জন্ত একটি নির্গমদ্বার আছে। এই পাত্রটিব নিয়ন্ত্রাঙ্ক হইতে একটি লোহাব তাবজালি ঝুলাইয়া দেওয়া হয়। তারজালিটি অ্যানোড ও ক্যাথোডের মধ্যে অবস্থিত থাকে। উৎপন্ন সোডিয়াম যাহাতে অ্যানোডেব দিকে বিস্তৃত না হয়, সেইজন্ত এই তাবজালিটিব প্রয়োজন। ইহা সোডিয়ামেব বিস্তৃতিতে বাধা দেয়। সম্পূর্ণ ক্যাথোডটি এবং অ্যানোডেবও অধিকাংশ গলিত কল্টিকসোডাতে নিমজ্জিত থাকে। অতঃপব ক্যাথোড ও অ্যানোডটি যথারীতি ব্যাটারীর সতিত সংযুক্ত করিয়া গলিত কল্টিকসোডাব ভিতব বিদ্যুৎ-প্রবাহ দেওয়া হয়।

সোডিয়াম গলিত অবস্থায় লোহাব ক্যাথোডে উৎপন্ন হয় এবং কল্টিকসোডা হইতে হালকা বলিয়া উপবেব লোহাব পাত্রে ভাসিয়া ওঠে। সোডিয়ামের সঙ্গে হিড্রোজেনও উৎপন্ন হয় এবং উহা সোডিয়ামেব ভিতব দিয়া বদন্তদেব আকারে তু থাকে এবং পাত্রটিব উপবে নির্গমদ্বার দিয়া বাহিব হইয়া যায়। এইজন্ত উৎপন্ন সোডিয়াম সর্বদাই হাইড্রোজেন গ্যাসে আবৃত থাকে। বাহিরের বাতাস দ্বারা আক্রান্ত হওয়ার উহাব কোন সম্ভাবনা থাকে না। যথেষ্ট পরিমাণ সোডিয়াম সঞ্চিত হইলে, ঝাঁঝা চামচের সাহায্যে উহা তুলিয়া লইয়া কেবোসিনেব ভিতবে রাখা হয়। অ্যানোডে অক্সিজেন উৎপন্ন হয় এবং একটি নির্গম-নলের ভিতর দিয়া উহা বাহিব হইয়া যায়।

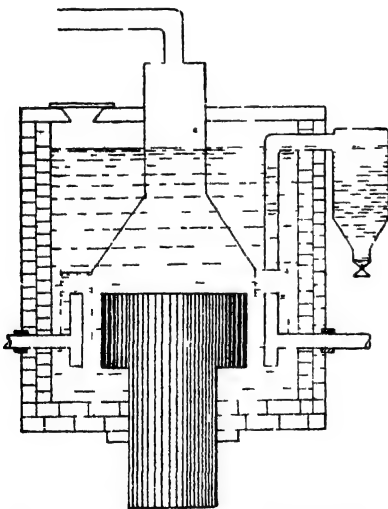
কাছনার পদ্ধতিতে সহজেই সোডিয়াম পাওয়া যায় এবং বেশী উষ্ণতার প্রয়োজন হয় না। এই জন্তই এই পদ্ধতিটির সমাদর হইয়াছে। কিন্তু ইহার কতকগুলি অসুবিধাও আছে, ইহাতে যে বিদ্যুৎ-শক্তি ব্যয় হয় তাহার মাত্র শতকরা ৫০ ভাগ সোডিয়াম প্রস্তুতিতে প্রয়োজন, অপরাংশ জল-বিদ্রবণের জন্ত অপব্যয় হয়। দ্বিতীয়তঃ, ইহাতে কল্টিকসোডা কাঁচামাল হিসাবে ব্যবহার করিতে হয়। উহা প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না, সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে প্রস্তুত করিয়া লইতে হয়; হুতরায় কাঁচামালের মূল্য অধিক হইয়া থাকে। এই কারণে বহুকাল যাবৎ সোডিয়াম ক্লোরাইডের ভাঙিবলৈগণ দ্বারা সোডিয়াম প্রস্তুতির প্রচেষ্টা চলিতেছে। সোডিয়াম ক্লোরাইড

অল্প পরিমাণে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় এবং অভ্যন্তরীণ সত্তা। কিন্তু কয়েকটি বিশেষ অস্থিবিধার ক্ষুদ্র অনেক দ্বিগুণ এই প্রচেষ্টা সার্থকতা লাভ করেন নাই।

(১) সোডিয়াম ক্লোরাইডের গলনাঙ্ক  $৮১৫^{\circ}$  সেন্টি। হুতরাং উহাকে গলান বেশ কষ্টসাধ্য এবং ব্যয়সাধ্য। (২) অধিক উষ্ণতায় গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড এবং বিক্রিয়াজাত সোডিয়াম এবং ক্লোরিন—ইহা বা সকলেই পাত্র এবং ক্যাথোড ইত্যাদি আক্রমণ করে। (৩) উৎপন্ন সোডিয়ামের অধিকাংশ গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত মিশিয়া কলয়েডে পরিণত হয়। সেই সোডিয়াম উদ্ধার করা দুঃসহ। (৪) সোডিয়ামের ক্ষুদ্রতম  $৮৮৩^{\circ}$  সেন্টি। এই ক্ষুদ্র  $৮০০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেডে উহার যথেষ্ট উষ্ণীয়তা পরিলক্ষিত হয়, এবং এই উষ্ণতায় অনেকটা সোডিয়াম বাষ্পীভূত হইয়া যায়।

অধুনা সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে সোডিয়াম প্রস্তুত করার একটি বিশেষ প্রণালী উদ্ভাবিত হইয়াছে।

**৩১-৭। ডাউনস্ পদ্ধতি (Downs' Process) :**—সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত উহার প্রায় এক-চতুর্থাংশ অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত করা হয়।

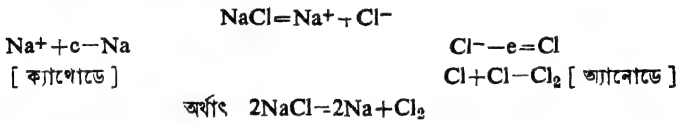


চিত্র ৩১খ—সোডিয়াম প্রস্তুতি (ডাউনস্ পদ্ধতি)

মিশ্রণটিকে একটি লোহা বা ট্যাঙ্কে প্রথমে তাপ-প্রয়োগে গলান হয়, পবে অবশ্য বিদ্যুৎপ্রবাহের সাহায্যেই উহাকে গলিত অবস্থায় রাখা যায়। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সহিত মিশ্রিত থাকার ফলে উহা  $৬০০^{\circ}$ - $৬২০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেডেই বিগলিত হইয়া যায়। এইভাবে প্রায়  $২০০^{\circ}$  ডিগ্রী উষ্ণতায় কমিয়া যাওয়াতে শুধু সোডিয়াম ক্লোরাইড বিশ্লেষণের অস্থিবিধা বহুলাংশে দূরীকৃত হয়। এই জন্তই, সোডিয়াম প্রস্তুতি সম্ভব হইয়াছে।

ট্যাঙ্কের নীচ হইতে একটি প্রশস্ত গ্র্যাফাইট কার্বন অ্যানোড হিসাবে ভিতরে প্রবেশ করান থাকে। অ্যানোডটি বেঁটন করিয়া উহা হইতে কিছু দূরে একটি

বৃত্তাকার শক্ত লোহাব পাত ক্যাথোড হিসাবে রাখা হয়। সমস্ত ক্যাথোডের উপর অংশটুকু একটি ঢাকনাব সাহায্যে আবৃত থাকে। ক্যাথোডের উপর এই ঢাকনাব ভিতরে উৎপন্ন সোডিয়াম সঞ্চিত হয় (চিত্র ৩১ খ)। অ্যানোডের ঠিক উপরে পর্সেলীন বা অগ্নিসহ যুক্তিকায় তৈয়ারী একটি বড় গম্বুজাকৃতি ঢাকনা থাকে। ইহাব ভিতরে বিশ্লেষণজাত ক্লোবিন সঞ্চিত হয় এবং উপরের একটি নল দিয়া বাহির হইয়া যায়। ক্যাথোড ও অ্যানোডের মধ্যে একটি সরু তাবজালি রাখা হয়, যাহাতে ক্যাথোডের নিকট হইতে সোডিয়াম সহজে অ্যানোডের দিকে না আসিতে পারে। তড়িৎ-দ্বার দুইটি যথাবীতি একটি ব্যাটারীর সহিত সংযুক্ত করিয়া গলিত লবণের ভিতর বিদ্যুৎ-প্রবাহ দেওয়া হয়। উপযুক্ত রূপ বিদ্যুৎ-চাপ বাধিলে এবং সোডিয়াম ক্লোবাইডের পরিমাণ অপেক্ষাকৃত বেশী থাকিলে, কেবল সোডিয়াম ক্লোবাইড বিশ্লেষিত হইবে।



গলিত সোডিয়াম ধাতু ক্যাথোডের উপরেব ঢাকনাব নীচে সঞ্চিত হয়। ঋণে পৰিমাণ সোডিয়াম জড় হইলে স্থান হইতে একটি সাইক্লন নলের সাহায্যে উহা বাহিরের একটি কেবোসিন-পূর্ণ পাত্রে চলিয়া যায়। অ্যানোডে যে ক্লোবিন উৎপন্ন হয়, উহা পর্সেলীনের ঢাকনাব ভিতর দিয়া বাহির হইয়া আসে।

৩১-৮। সোডিয়ামের ধর্মঃ—(১) সোডিয়াম অত্যন্ত নরম, রূপাৎ অত্যন্ত উজ্জল সাদা ধাতু। উহাকে একটি ছুরির দ্বাৰাই কাটা যায়। উহাব ঘনত্ব '০.৮৩৪, গলনাঙ্ক ৯৮° সেণ্টি. এবং ফুটনাঙ্ক ৮৮৩° সেণ্টি.। ইহাব বিদ্যুৎ-পরিবাহিতা যথেষ্ট।

(২) সোডিয়াম বাতাসের সংস্পর্শে আসিলেই অক্সিজেন, জলীয় বাষ্প, কার্বন-ডাই-অক্সাইড প্রভৃতি সহিত ক্রিয়া করে। সেইজন্যই সাধারণতঃ সোডিয়ামের উজ্জল সাদা রঙটি দেখা যায় না। সোডিয়াম অক্সাইড প্রভৃতি দ্বারা উহাব বহির্ভাগ আবৃত থাকে।  $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$

(৩) জলের সংস্পর্শে সোডিয়াম আসিলেই উহা তৎক্ষণাৎ কঠিনসোডাতে পরিণত হয় এবং হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2$

সুতরাং সোডিয়ামকে জল ও বায়ু হইতে পৃথক রাখা প্রয়োজন। এই কারণেই উতাকে কেবোসিনের ভিতর রাখা হয়।

(৪) উত্তপ্ত সোডিয়াম অক্সিজেন গ্যাসে উজ্জ্বল সোনালী আলো সহকায়ে জ্বলে এবং সোডিয়াম অক্সাইড ও পান-অক্সাইডে পরিণতি লাভ করে।



(৫) ক্লোরিনের সংস্পর্শে আসিলেও সোডিয়াম প্রজ্জ্বলিত হইয়া ওঠে এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।  $2\text{Na} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl}$

অক্সিজেন হ্যালাজেন এবং অনেক অ-ধাতুর সহিতও সোডিয়াম সোজাহজি যুক্ত হয়।

(৬) হাইড্রোজেন গ্যাসে সোডিয়াম উত্তপ্ত করিলে সোডিয়াম হাইড্রাইড পাওয়া যায়।  $2\text{Na} + \text{H}_2 = 2\text{NaH}$

(৭) উত্তপ্ত বা জলন্ত সোডিয়াম কার্বন-ডাই-অক্সাইড, নাইট্রিক অক্সাইড প্রভৃতিকে বিয়োজিত করিয়া দেয়।



**সোডিয়ামের ব্যবহার :**—সোডিয়াম পান-অক্সাইড, সোডিয়াম সায়নাইড প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে সোডিয়াম বাতুব প্রয়োজন হয়। কোন কোন কৃত্রিম বরান উৎপাদনেরও সোডিয়াম দরকার। জৈবজাতীয় যৌগ-পদার্থের বিশেষণে সোডিয়াম ব্যবহৃত হয়। সোডিয়াম ও পটাশিয়াম একত্র মিশ্রিত করিলে যে ধাতুসংকব পাওয়া যায় উহা অপেক্ষাকৃত অধিক উজ্জ্বলতায় তবল থাকে বলিয়া ধার্মোমিটারে ব্যবহৃত হয়। সোডিয়ামের পারদসংকর (amalgam) জল বা কোহলেব সহিত মিশ্রিত করিলে জায়মান হাইড্রোজেন পাওয়া যাইতে পারে, সুতরাং বিজ্ঞানক হিসাবে উহা ব্যবহৃত হয়।

**৩১-৯। ধাতুসংকর (Alloys)**—অনেক সময় একাধিক ধাতু বিগলিত অবস্থায় মিশ্রিত করিয়া শীতল করিলে একটি সমসত্ত্ব কঠিন পদার্থ পাওয়া যায়। ধাতুব এইরূপ মিশ্রণকে ধাতুসংকব বলে। যথা :—তামা এবং টিন গলাইয়া মিশ্রিত করিয়া ঠাণ্ডা করিলে কাসা পাওয়া যায়। সেইরূপ তামা ও দস্তার মিশ্রণে পিতল প্রস্তুত হয়। কাসা, পিতল—এইসব ধাতুসংকব। বিভিন্ন প্রয়োজনের জন্য নানাবকম ধাতুসংকব প্রস্তুত করা হয়। কারণ ধাতুসংকবের বড় ও অগাণ্ড অনেক ধর্ম উহাদের উপাদানগুলির ধর্ম হইতে স্বতন্ত্র হইতে পারে। যেমন, কঠিনতা, প্রসাধতা, নমনীয়তা প্রভৃতি বৃদ্ধি করার জন্য লোহাব সহিত স্ট্যান্ডার্ড, ক্রোমিয়াম ইত্যাদি অনেক বকম ধাতু মিশ্রিত করা হয়। অবশ্য সব সময়েই যে কোন দুইটি গলিত

ধাতু মিশাইলে ধাতুসংকর পাওয়া যাইবে, তাহা নহে। যেমন, গলিত সীসার সহিত গলিত দস্তা মিশাইলেও ঠাণ্ডা কবাব সঙ্গে সঙ্গে উহাবা পৃথক পৃথক ধনীভূত হয়। খুবই স্বল্প পরিমাণ দস্তা সীসাতে দ্রবীভূত থাকে।

পাবদেব ভিত্তব প্লাটিনাম জাতীয় ব্যতীত অন্যান্য সমস্ত ধাতুই প্রায় দ্রবীভূত হইয়া থাকে। পাবদেব সহিত অল্প ধাতুর সংকবকে সচবাচব পারদসংকব বলা হয়। ইংবেজীতে ইহাদেব নামই অ্যামালগাম।

## সোডিয়ামের যৌগসমূহ

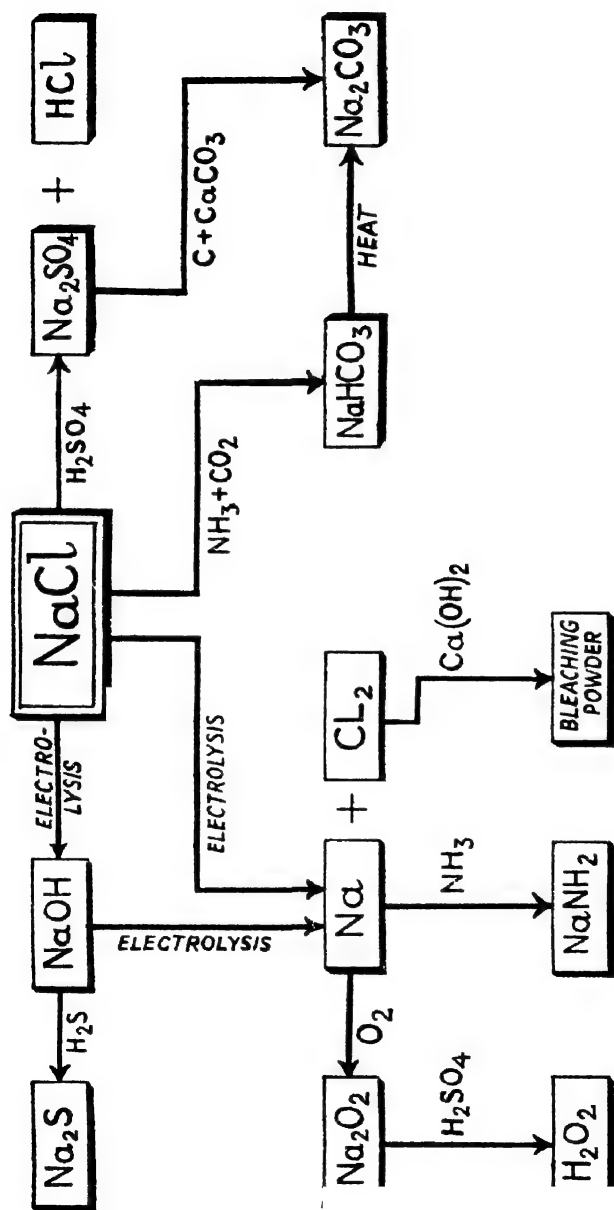
সোডিয়ামেব নানা বকম যৌগেব ভিত্তব সোডিয়াম ক্লোরাইড, হাইড্রক্সাইড, কার্বনেট ও সালফেট বিশেব ব্যবহৃত। উহাদেব বিবয় শুধু এখানে আলোচনা কবা হইবে।

৩১-১০। সোডিয়াম ক্লোরাইড, খাণ্ডলবণ,  $\text{NaCl}$ —প্রকৃতিত প্রচুব সোডিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়। সমুদ্রজল গাড়ে শতকবা প্রায় ২৮ ভাগ সোডিয়াম ক্লোরাইড থাকে। ইহা ছাড়া লবণেব খনিতেও প্রচুব সোডিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়।

ভাবতবর্ষে অধিকাংশ খাণ্ডলবণই সমুদ্রজল হইতে তৈয়াবী কবা হয়। খেওড়া ও কলাবাগেব লবণখনি হইতেও লবণ সংগৃহীত হয়। বাঙ্গালানাব সম্ভব হুদেব লবণও ব্যবহৃত হয়।

নানা কাবণে সোডিয়াম ক্লোরাইডেব চাহিদা খুব বেশী। খাণ্ডলবণ হিসাবেই উহা প্রধানতঃ ব্যবহৃত হইয়া থাকে। তাহা ছাড়া সোডিয়াম, কস্টিকসোডা, সোডিয়াম কার্বনেট, সোডিয়াম সালফেট, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, ক্লোরিন প্রভৃতি অনেক প্রযোজনীয় বাসাযনিক দ্রব্য প্রস্তুতিতে সোডিয়াম ক্লোরাইড অবশ্য প্রযোজনীয়। মাটিব বাসনের উপব চিক্কণলেপ দিতেও সোডিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহাব কবা হয়।

খাণ্ডলবণ প্রস্তুতি—ভাবতবর্ষ, চীন, ক্যালিফোর্নিয়া প্রভৃতি গ্রীষ্মপ্রধান দেশে প্রধানতঃ সমুদ্রজল হইতেই খাণ্ডলবণ উৎপাদন কবা হয়। অগভীর কিন্তু খুব প্রকাণ্ড টাঙ্কে সমুদ্রজল রাখিয়া দেওয়া হয়। স্বর্ষকিবণের তাপে উহাব জল বাষ্পীভূত হইয়া যাইতে থাকে এবং দ্রবণটি যখন যথেষ্ট গাঢ় হয় তখন উহা হইতে সোডিয়াম ক্লোরাইড কেলাসিত হয়। ইহা সংগ্রহ করিয়া খাণ্ডলবণরূপে ব্যবহৃত



পাঠ্য-পুস্তক - জাতীয় মানবিক যোগ

হয়। খাত্তলবণ সংগ্রহ করার পর যে শেষদ্রব পড়িয়া থাকে তাহাকে “বিটার্ণ” (Bittern) বলে এবং উহা হইতে ম্যাগনেসিয়াম, ব্রোমিন প্রভৃতি পাওয়া সম্ভব।

শীতপ্রধান, বিশেষতঃ হিমমণ্ডলের নিকটস্থ, দেশে সূর্যকিরণের প্রাচুর্য ও তীব্রতা কম। এইজন্য এই সকল দেশে আজকাল সমুদ্রজলকে শীতলীকৃত করিয়া উহাকে আংশিকভাবে কঠিন ববকে পবিণত করা হয় এবং এই ববক পৃথক করিয়া লইয়া সমুদ্রজল গাঢ় করা হয়। এই ভাবে সম্পৃক্ত হইলে সমুদ্রজল হইতে খাত্তলবণ কেলাসিত হয়।

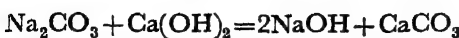
যে সমস্ত খনিতে মাটিব নীচে খাত্তলবণ আছে, সেখানে পাম্পের সাহায্যে নীচে জল লইয়া গিয়া উহাকে দ্রবীভূত করিয়া উপরে আনা হয় এবং সেই দ্রবণ হইতে খাত্তলবণ কেলাসিত করিয়া লওয়া হয়।

**বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুতি**—বিশুদ্ধ অবস্থায় সোডিয়াম ক্লোরাইড পাইতে হইলে সাধারণ খাত্তলবণের গাঢ় জলীয় দ্রবণে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস পবিচালিত করা হয়। ইহাতে বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইডের স্ফটিক কেলাসিত হইয়া আসে।

**সোডিয়াম ক্লোরাইডের ধর্ম ও ব্যবহার**—বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড স্বচ্ছ, বর্ণহীন, স্ফটিকাকার কঠিন পদার্থ। ইহা জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়। সাধারণ খাত্তলবণ বাতাসে রাখিয়া দিলে উহা বাষ্প হইতে জল আকর্ষণ করিয়া গলিয়া যায়। কিন্তু সোডিয়াম ক্লোরাইড বস্তুতঃ উদ্‌গ্রাহ্য নয়। খাত্তলবণে সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত কিছু ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড থাকে, সেইজন্যই উহা জল আকর্ষণ করিয়া গলিতে থাকে।

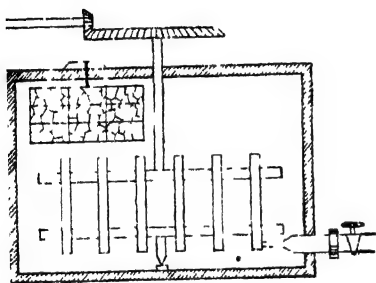
**সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড, কল্টিকসোডা, NaOH :** ইহাব প্রস্তুতির চুইটি পদ্ধতি আছে।

**৩১-১১। ক্ষারীকরণ পদ্ধতি (Causticising Process)**—অতিরিক্ত পরিমাণ চূনের সহিত সোডা অর্থাৎ সোডিয়াম কার্বনেট গরম করিলে কল্টিকসোডা পাওয়া যায়। সোডা একটি মৃদু ক্ষার, কিন্তু সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড অত্যন্ত বিদাহী তীক্ষ্ণ ক্ষার। মৃদু ক্ষাব এইরূপ তীক্ষ্ণ ক্ষারে পবিণত হয় বলিয়া এই পদ্ধতিটিকে “ক্ষারীকরণ” বলা হয়।





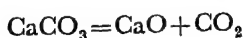
একটি লোহার চতুষ্কোণ ট্যাঙ্কে সোডার লঘুদ্রবণ (২০%) লওয়া হয়। একটি তারজালির বাল্লে কলিচুন ভরিয়া, বাল্লেটি সোডার দ্রবণে নিমজ্জিত করিয়া রাখা হয়। চুন জলের সহিত মিশিয়া ফুটিতে থাকে। যখন-চালিত আলোড়ক সাহায্যে ফুটান চুন (Slaked lime) সোডার দ্রবণের সহিত উত্তমরূপে মিশান হয়। বিক্রিয়াটি সহজে নিষ্পন্ন করার জন্ত প্রয়োজনানুরূপ স্টীম ট্যাঙ্কের ভিতর পরিচালিত করা হয়, যাহাতে দ্রবণের উষ্ণতা মোটামুটি  $৮০^{\circ}$ - $৯০^{\circ}$  সেণ্টি. থাকে [চিত্র ৩১ গ]। বিক্রিয়াশেষে অদ্রব্য ক্যালসিয়াম কার্বনেট থিতাইয়া যায় এবং উপর হইতে কস্টিকসোডার লঘু দ্রবণ আশ্রাবণ করিয়া লওয়া হয়। অতঃপর অনুপ্রেষপাতন সাহায্যে উহার জলীয় অংশ যথাসম্ভব বাষ্পীভূত করিয়া দেওয়া হয়।



চিত্র ৩১গ—ক্ষারীকরণ পদ্ধতিতে কস্টিকসোডা

দ্রবণে যখন কস্টিকসোডার পরিমাণ শতকরা ৫০ ভাগ হয় তখন উহাকে উন্মুক্ত লোহার কড়াইতে উত্তপ্ত করিয়া বিস্তৃত করা হয় এবং গলিত কস্টিক সোডাকে যষ্টির আকারে ঢালাই করা হয়। উপজাত দ্রব্য হিসাবে যে ক্যালসিয়াম কার্বনেট পাওয়া যায়, উহাকে চুল্লীতে ভস্মীভূত করিয়া ক্যালসিয়াম অক্সাইড বা

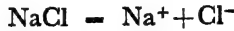
চুন পাওয়া যায়। এই চুন পুনরায় ক্ষারীকরণে ব্যবহৃত হয়



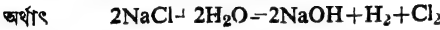
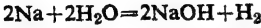
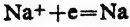
এই পদ্ধতিতে যে কস্টিকসোডা পাওয়া যায়, তাহা খুব বিশুদ্ধ নহে। তাছাড়া, এই পদ্ধতিতে কস্টিকসোডা প্রস্তুত করিতে হইলে কাঁচামাল হিসাবে মোটামুটি বিশুদ্ধ সোডার প্রয়োজন। উহা প্রকৃতিতে খুব বেশী পাওয়া সম্ভব নয়, প্রস্তুত করিয়া লইতে হয়; হুতরাং কাঁচামালের মূল্য অধিক। এই সকল কারণে বর্তমানে সহজলভ্য সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ-বিশ্লেষণ দ্বারা কস্টিকসোডা উৎপাদন করার পদ্ধতিই প্রচলিত।

**৩১-১২। তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতি (Electrolytic Process)—**সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণের তড়িৎ-বিশ্লেষণে ক্যাথোডে সোডিয়াম উৎপন্ন হয়।

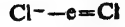
কিন্তু সঙ্গে সঙ্গেই উহা জলের সহিত ক্রিয়া করে এবং হাইড্রোজেন ও কঠিক-সোডাতে পরিণত হয়। অ্যানোডে অবশ্য ক্লোরিন উৎসারিত হয়।



ক্যাথোডে :—

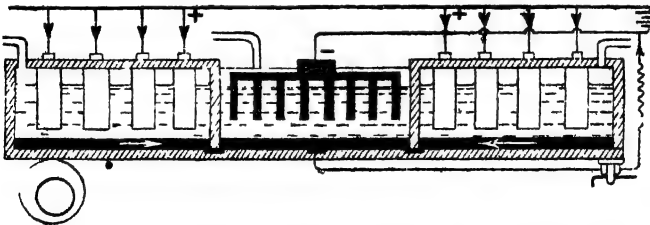


অ্যানোডে :—



তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতিব ইহাই মূল কথা। কিন্তু সাধারণতঃ এই বিশ্লেষণটি কবিত্তে গেলে উৎপন্ন ক্লোরিন কঠিকসোডার সহিত খানিকটা বিক্রিয়া কবে এবং উহাব কতকংশ হাইপোক্লোরাইট বা ক্লোবেট লবণে পরিণত হইয়া যায়। ইহাতে কঠিকসোডার অপচয় ঘটে এবং বিস্তৃত ক্ষাব পাওয়া যায় না। যাহাতে উৎপন্ন ক্লোরিন কঠিকসোডার সম্পর্শে না আসিতে পারে সেইজন্ম পৃথক প্রকোষ্ঠে উভাদের উৎপাদন করার ব্যবস্থা করা হয়। কঠিকসোডা উৎপাদনে সাধারণতঃ দুই প্রকারের বৈদ্যুতিক সেল (cell) ব্যবহৃত হইয়া থাকে :—(১) পারদ সেল, (২) মধ্যাবরক (Diaphragm) সেল। নানা বকমেব পাবদ সেল ও মধ্যাবরক সেলের প্রচলন আছে, তন্মধ্যে দুই একটিব বিষয় এখানে বিবৃত করা হইল।

৩১-১৩। পারদ সেল : কাছনার-কেলনার পদ্ধতি (Castner-Kellner cells) —এই পদ্ধতিতে স্টেটেব তৈয়ারী প্রস্তুত কিন্তু অপেক্ষাকৃত অগভীর ট্যাঙ্কে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের ওড়িৎ-বিশ্লেষণ করা হয়। ট্যাঙ্কের



চিত্র ৩১খ—কাছনার-কেলনার সেল

আবতন মোটামুটি ৬' X ৪' এবং উচ্চতা ৬" ইঞ্চি। ট্যাঙ্কের মেঝেটি প্রায় ১/৪" ইঞ্চি পুরু পাবদ দ্বারা আবৃত থাকে। প্রত্যেকটি ট্যাঙ্ক দুইটি স্টেটেব প্রাচীর দ্বারা তিনটি প্রকোষ্ঠে বিভক্ত থাকে। এই প্রাচীর দুইটি কিন্তু মেঝে পর্যন্ত পৌঁছায় না, মেঝে

হইতে প্রায় ১৬" ইঞ্চি উপরে পারদের মধ্যে নিমজ্জিত থাকে। ফলে অনায়াসেই পারদ এক প্রকোষ্ঠ হইতে অপর প্রকোষ্ঠে চলাচল করিতে পারে। বহিঃ-প্রকোষ্ঠ দুইটিতে পারদের উপরে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ অথবা লবণোদক (Brine) লওয়া হয়। মধ্যস্থিত প্রকোষ্ঠে জল থাকে। কয়েকটি গ্র্যাফাইট দণ্ড বাহিরের প্রকোষ্ঠের লবণোদকে নিমজ্জিত রাখিয়া অ্যানোড রূপে ব্যবহার করা হয়। ক্যাথোড হিসাবে কয়েকটি লৌহফলক মধ্যস্থিত প্রকোষ্ঠের জলে উপর হইতে বুলাইয়া দেওয়া হয়। সমস্ত ট্যাক্সট অবশ্যই আবৃত রাখা হয় এবং প্রত্যেক প্রকোষ্ঠেই উপরের দিকে গ্যাস বাহির হইয়া যাওয়ার জন্য নির্গম-নল থাকে। ট্যাক্সের নীচে এক প্রান্তে একটি অসমকেন্দ্রী ঢাকা লাগান থাকে। উহার সাহায্যে এই প্রান্তটি ধীরে ধীরে উঠু ও নীচু করা যায়। ইহাতে এক প্রকোষ্ঠের পারদ অপর প্রকোষ্ঠে চলাচল করিতে পারে, কিন্তু জল বা লবণোদক উহাদের প্রকোষ্ঠের বাহিরে যাইতে পারে না (চিত্র ৩১ ঘ)।

গ্র্যাফাইট অ্যানোড ও লোহার ক্যাথোড যথারীতি ব্যাটারীর সহিত যুক্ত করিয়া দিলে দ্রবণের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ-প্রবাহ চলিতে থাকে। ব্যাটারী হইতে গ্র্যাফাইট ও ডিঃ-স্মার সাহায্যে বিদ্যুৎ-প্রবাহ বহিঃপ্রকোষ্ঠে প্রবেশ কবে। লবণোদকের ভিতর দিয়া উহা মেবের পাবদে উপনীত হয়। পাবদ বাহিয়া বিদ্যুৎ-তরঙ্গ মধ্যপ্রকোষ্ঠে জলে সঞ্চারিত হয় এবং পরিশেষে লোহার ক্যাথোডের সাহায্যে ব্যাটারীতে ফিরিয়া যায়। বস্তুতঃ প্রত্যেকটি প্রকোষ্ঠই একটি বৈদ্যুতিক সেলের কাজ কবে। বাহিরের প্রকোষ্ঠগুলিতে গ্র্যাফাইট অ্যানোড ও পাবদ ক্যাথোড এবং মধ্যপ্রকোষ্ঠে পাবদই অ্যানোড ও লোহা ক্যাথোড। বিদ্যুৎ-পরিচালনা ফলে বহিঃপ্রকোষ্ঠের লবণ বিশ্লেষিত হইয়া গ্র্যাফাইটে ক্লোরিন ও পারদে সোডিয়াম উৎপন্ন হয়। ক্লোরিন নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া যায়। উৎপন্ন সোডিয়াম পারদের সহিত মিশিয়া পারদ-সংকরের সৃষ্টি করে। নীচের ঢাকাটি ঘোবানো ফলে সমস্ত ট্যাক্সট একবার উঠু ও একবার নীচু হইয়া চলিতে থাকে। ফলে পারদ-সংকর বাহিরের প্রকোষ্ঠ হইতে মধ্যপ্রকোষ্ঠে চলিয়া আসে। এখানে জলের সংস্পর্শে আসিয়া সোডিয়াম কস্টিকসোডা ও হাইড্রোজেন উৎপাদন করে। হাইড্রোজেন লোহার ক্যাথোডে নির্গত হয় ও উপরে নল দিয়া বাহিরে যাইতে পারে। যখন বিক্রিয়ার ফলে মধ্যপ্রকোষ্ঠের জল প্রায় শতকরা ২০ ভাগ কস্টিকসোডা দ্রবণে পরিণত হয়, তখন উহাকে প্রকোষ্ঠ হইতে বাহির করিয়া লওয়া

হয়। মধ্যপ্রকোষ্ঠ হইতে কটিকসোডায় লঘুদ্রবণটি বাহিব করিয়া লইয়া লোহার কড়াইতে গাঢ় করিয়া শুকাইয়া কঠিন সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডে পবিণত কবা হয়।

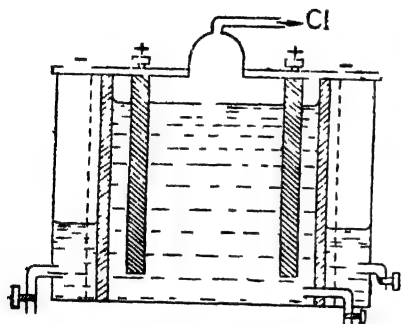
সমস্ত বিদ্যুৎ-প্রবাহ সচরাচর মধ্যপ্রকোষ্ঠের ভিতর দিয়া পরিচালিত কবা হয় না। মধ্যপ্রকোষ্ঠের পারদ এইজন্য একটি রোধ কুণ্ডলী (Resistance coil) ভিতর দিয়া ব্যাটারীর অপরা প্রান্তের সহিত যুক্ত কবা থাকে। কলে বহি প্রকোষ্ঠ অতিক্রম করার পর বিদ্যুৎ-প্রবাহটি দুইভাগে বিভক্ত হইয়া যায় এবং উহাব অধিকাংশ জ্বলের ভিতর দিয়া যায় কিন্তু অপরাংশ রোধ-কুণ্ডলীর ভিতর দিয়া ব্যাটারীতে ফিবিয়া আসে। এই সতর্কতা না লইলে খানিকটা পারদ মধ্যপ্রকোষ্ঠে আঘনিত হইয়া যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এই অপচয় প্রতিবোধ করা অবশ্য প্রয়োজন কারণ পারদ যথেষ্ট দামী।

৩১-১৪। মধ্যাবরক সেল : ভোর্স' সেল (Vorce cell)—সব মধ্যাবরক সেলেই ক্যাথোড ও অ্যানোডের মধ্য একটি সচ্ছিদ্র পর্দা বা আচ্ছাদন থাকে এবং ফলতঃ সেলটি ক্যাথোড ও অ্যানোড এই দুই প্রকোষ্ঠে বিভক্ত হইয়া পড়ে। আববকটি এমনভাবে তৈয়ারী যে উহাব ভিতর দিয়া দ্রবণ অনায়াসেই চলাচল কবিতে পাবে এবং বিদ্যুৎ প্রবাহও অতিক্রম কবিতে পাবে।

ভোর্স' সেলে ঢালাই লোহার তৈয়ারী একটি গোলাকাক ট্যাঙ্ক ব্যবহৃত হয়। উহাব ব্যাস প্রায় ২৬' ইঞ্চি এবং উচ্চতা ৪০ ইঞ্চি। ২ ইঞ্চি পুরু এবং ৩৬" ইঞ্চি লম্বা ২৪টি গ্রাফাইটেব দণ্ড এই সেলে অ্যানোডরূপে ব্যবহৃত হয়। এই দণ্ডগুলি বৃত্তাকারে একটি তামাব বি-এ আটকান থাকে এবং ট্যাঙ্কের ঢাকনির সহিত উহার মধ্যস্থলে জুট দিয়া আঁটিয়া দেওয়া হয়। মধ্যস্থিত এই অ্যানোড-শ্রেণীর অনতিদূরে এবং উহাকে বেষ্টিত কবিয়া একটি লোহার পাত ক্যাথোডরূপে রাখা হয়। এই ক্যাথোডে অনেক বড় বড় ছিদ্র থাকে যাহাতে লবণের দ্রবণ উহা অতিক্রম কবিতে পাবে। ক্যাথোডের ঠিক অভ্যন্তরে এবং উহাব গায়ে সংলগ্ন অবস্থায় সিমেন্ট ও অ্যাসবেসটোসেব তৈয়ারী একটি আবরক থাকে [চিত্র ৩১ ড]। ক্যাথোড ও অ্যানোডকে অবশ্যই ট্যাঙ্ক হইতে 'অন্তর্বি'ত কবিয়া রাখা হয়। আববকেব ভিতরের দিকে অ্যানোড থাকে, উহাই অ্যানোড-প্রকোষ্ঠ, এবং উহাব বাহিবে ক্যাথোড ও ট্যাঙ্কের প্রাচীরেব মধ্যবর্তী অংশই ক্যাথোড-প্রকোষ্ঠ। দুইটি প্রকোষ্ঠেই উপরের দিকে গ্যাস নির্গমেব পথ থাকে। অ্যানোড-প্রকোষ্ঠ প্রায় সম্পূর্ণরূপে লবণোদকে ভরিয়া লওয়া হয়। এই দ্রবণ ধীরে ধীরে আবরক ও ক্যাথোড অতিক্রম করিয়া বাহিবেব প্রকোষ্ঠে সঞ্চিত

হইতে থাকে। অ্যানোড-প্রকোষ্ঠে সর্বদাই লবণোদক ফোঁটা ফোঁটা করিয়া দেওয়া হইতে থাকে যাহাতে প্রকোষ্ঠের দ্রবণের পবিমাণ সর্বদাই একবকম থাকে।

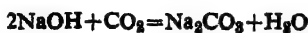
ক্যাথোড ও অ্যানোড ব্যাটারীর সহিত যুক্ত করিয়া দিলে সেলের ভিতর দিয়া বিদ্যুৎ-প্রবাহ পরিচালিত হয়। ইহাতে অপরাবিদ্যুৎধর্মী ক্লোবিন প্র্যাকাইট অ্যানোডে উৎপন্ন হয় এবং উপবেব নল দিয়া বাহির হইয়া যায়। পরাবিদ্যুৎধর্মী সোডিয়াম আয়ন বিপবীত দিকে ধাবিত হয়। উহা আববক অতিক্রম কবিয়া গিয়া ক্যাথোডে আধানমুক্ত হয় এবং সোডিয়াম ধাতু উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন হওয়ায় সঙ্গে সঙ্গেই সোডিয়াম জলেব সহিত বিক্রিয়া কবিয়া কষ্টিকসোডা ও হাইড্রোজেনে পবিণত হয়। সর্বদাই লবণেব দ্রবণ অ্যানোড হইতে ক্যাথোড



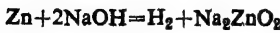
চিত্র ৩১৬—ড্যান্স সেল

প্রকোষ্ঠেব দিকে প্রবাহিত হয়, সেই জন্ত উৎপন্ন কষ্টিকসোডাব দ্রবণ আব অ্যানোড-প্রকোষ্ঠে যাওয়াব স্তযোগ পায় না। লবণেব দ্রবণের সহিত কষ্টিকসোডা মিশ্রিত হইয়া ক্যাথোড-প্রকোষ্ঠে সঞ্চিত হয়। এই দ্রবণে কষ্টিকসোডাব পবিমাণ শতকবা ১১-১২ ভাগ হইলে, দ্রবণটি ট্যাক হইতে বাহিব করিয়া লওয়া হয়। অতঃপব এই মিশ্র দ্রবণকে শূন্যচাপে গাঢ় কবা হয়। ফলে, সোডিয়াম ক্লোবাইড কেলাসিত হইয়া যায়। তৎপব সোডিয়াম ক্লোবাইড ছাঁকিয়া সবাইয়া লওয়া হয় এবং দ্রবণটিকে লোহাব কড়াইতে বিস্তৃত কবা হয়। এইরূপে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড প্রস্তুত হয়।

**সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের ধর্ম**—সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড একট সাদা উদগ্রাহী কঠিন পদার্থ। ইহার ঘনত্ব ২.১৩, গলনাঙ্ক ৩১৮°। ইহা জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়, কোহলেও ইহার যথেষ্ট দ্রাব্যতা আছে। ইহা একট তীব্র ক্ষাব এবং শবীরের ত্বকের সংস্পর্শে আসিলে উহা দাহ এবং ক্ষতের সৃষ্টি করে।



জিঙ্ক, অ্যালুমিনিয়াম, প্রভৃতি ধাতু কঠিকসোডার গাঢ় দ্রবণ হইতে হাইড্রোজেন উৎপাদন করে :—



**সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের ব্যবহার**—নানারকম শিল্পে কঠিকসোডার প্রয়োজন হয় :—(১) সাবান প্রস্তুতি, (২) কাগজ প্রস্তুতি, (৩) সোডিয়াম ধাতু উৎপাদন, (৪) কৃত্রিম সিল্ক উৎপাদন (৫) পেট্রোলিয়াম পবিত্রণ প্রভৃতি নানা ব্যবসারে ইহা ব্যবহৃত হয়। বিকারক হিসাবেও ল্যাবরেটরীতে ইহার প্রয়োজন হয়।

৩১-১৫। **সোডিয়াম কার্বনেট,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$** । সমুদ্রে যে সকল উদ্ভিদ পাওয়া যায়, সেগুলি পোড়াইলে উহার ভস্মে সোডিয়াম কার্বনেট থাকে। প্রাচীনকালে এইভাবেই সোডিয়াম কার্বনেট তৈয়ারী করা হইত। বর্তমানে সোডিয়াম কার্বনেট তিনটি উপায়ে প্রস্তুত করা হয়।

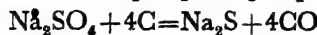
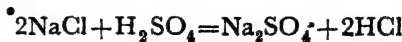
(ক) লেব্লাঙ্ক প্রণালী (Leblanc's method)।

(খ) সলভে বা অ্যামোনিয়া-সোডা প্রণালী (Ammonia-Soda method)।

(গ) বৈদ্যুতিক প্রণালী (Electrolytic method)।

মিশর ও পূর্ব-আফ্রিকার শুষ্ক ভূদৃশ্যলিতে অবশ্য যথেষ্ট পবিমাণ ট্রোনা (Trona) বা  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $2\text{H}_2\text{O}$  পাওয়া যায়। উত্তপ্ত করিলে নিরুদ্ভিত হইয়া উহা সোডিয়াম কার্বনেটে পবিণত হয়।

(ক) **লেব্লাঙ্ক প্রণালী**—এই পদ্ধতিতে প্রথমতঃ খাত্তলবণকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড সহযোগে উত্তপ্ত কবিয়া উহাকে সোডিয়াম সালফেটে পবিণত করা হয়। তৎপব সোডিয়াম সালফেট কোক ও চূনাপাথরের সহিত মিশ্রিত কবিয়া উত্তপ্ত করা হয়। ইহাতে সোডিয়াম সালফেট কোক দ্বারা বিজারিত হইয়া যায় এবং সোডিয়াম সালফাইড উৎপন্ন হয়। সোডিয়াম সালফাইড চূনাপাথরের সহিত বিক্রিয়া কবিয়া সোডিয়াম কার্বনেটে পবিণত হয়।



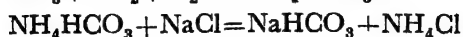
অতএব, এই প্রণালীতে কাঁচামাল হিসাবে খাত্তলবণ ( $\text{NaCl}$ ), কোক, এবং চূনাপাথর (Limestone,  $\text{CaCO}_3$ ) প্রয়োজন হয়। এই পদার্থসমূহ সহজলভ্য এবং সস্তা।

**প্রণালীর বিবরণ**—একটি সংযত চুল্লীতে খাত্তলবণ ও সালফিউরিক অ্যাসিড তাপিত করিয়া প্রথমে সোডিয়াম সালফেট তৈয়ারী করা হয় (পৃ ২৮৪)। গলিত অবস্থায় উহা বাহির করিয়া আনা হয়। জমিয়া গেলে কঠিন পিষ্টকাকার ধারণ করে বলিয়া উহাকে সল্ট-কেক (Salt-cake) বলে।

অতঃপর সোডিয়াম সালফেট উহার সমপরিমাণ ওজনের বিচূর্ণ চূনাপাথর ও অর্ধপরিমাণ ওজনের বিচূর্ণ কোকের সহিত মিশ্রিত করিয়া একটি প্রকাণ্ড ঘূর্ণচুল্লীতে প্রায় ১০০০° ডিগ্রী সেন্টিগ্রেডে উত্তপ্ত করা হয়। কয়লা পোড়াইয়া প্রেডিউসার গ্যাস উৎপন্ন করা হয় এবং বাতাসের সহিত উহাকে চুল্লীর ভিতর জ্বালাইয়া দেওয়া হয়। এইরূপে ঘূর্ণচুল্লীটি তাপিত হয়। প্রথমে সোডিয়াম সালফেট বিজারিত হইয়া সোডিয়াম সালফাইডে পরিণত হয় এবং পরে উহার সহিত চূনাপাথরের বিপবিবর্ত ক্রিয়া ফলে সোডিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয়।

বিক্রিয়াশেষে চুল্লী হইতে গলিত অবস্থায় সমস্ত পদার্থ বাহিরে আনা হয়। উহাতে সোডিয়াম কার্বনেট ছাড়া, CaS, CaO, CaCO<sub>3</sub>, কোক ইত্যাদি অবশিষ্ট মিশ্রিত থাকে এবং উহার বর্ণও ধূসর বা কালো হয়। এইজন্ত ইহাকে সাধারণতঃ ক্লফডাশ (Black Ash) বলা হয়। ইহাতে শতকরা ৪০-৪৫ ভাগ সোডিয়াম কার্বনেট থাকে। এই মিশ্রণটিকে চূর্ণ কবিয়া জলে ফুটাইলে, সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং অত্যাগ্ৰ দ্রব্য ছাঁকিয়া পৃথক করা হয়। এই দ্রবণ ঘনীভূত কবিয়া শীতল করিলে Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · 10H<sub>2</sub>O স্ফটিক কেলাসিত হয়।

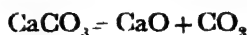
(খ) অ্যামোনিয়া-সোডা পদ্ধতি বা সল্ভে প্রণালী—এই প্রণালীতেও সোডিয়াম ক্লোরাইড বা খাত্তলবণ হইতেই সোডিয়াম কার্বনেট প্রস্তুত করা হয়। গাঢ় লবণোদক প্রথমে অ্যামোনিয়া গ্যাস দ্বারা সম্পৃক্ত কবিয়া লওয়া হয়। এই অ্যামোনিয়াযুক্ত লবণোদকে পবে ক্যাবন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস পরিচালিত কবিলে, অ্যামোনিয়াম বাই-কার্বনেট উৎপন্ন হয়। তৎপবে অ্যামোনিয়াম বাই-কার্বনেট ও সোডিয়াম ক্লোরাইড পরস্পরের সহিত বিক্রিয়া করিয়া সোডিয়াম বাই-কার্বনেট ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডে পরিণত হয়। সোডিয়াম বাই-কার্বনেট উত্তপ্ত করিয়া উহাকে বিযোজিত করিলে সোডিয়াম কার্বনেট পাওয়া যায়।



উপজাত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে চুনেব সাহায্যে অ্যামোনিয়া উদ্ধার করিয়া পুনরায় ব্যবহার করা হয়। এই পদ্ধতির বিভিন্ন প্রয়োজনীয় পদার্থের ভিতর অ্যামোনিয়াই সবাপেক্ষা দামী। সুতরাং, সম্পূর্ণ অ্যামোনিয়া আবার কিয়দিগ পাপুয় একান্ত প্রয়োজন।



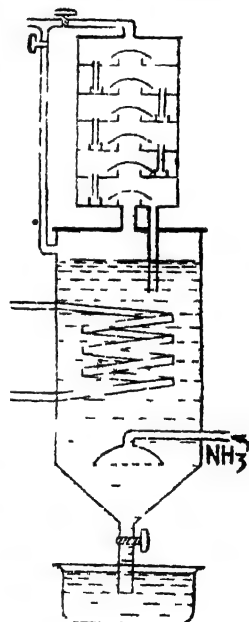
চুনাপাথর পোড়াইয়া প্রয়োজনীয়  $\text{CO}_2$  প্রস্তুত করিয়া লওয়া হয়।



অতএব, এই পদ্ধতিতে কাঁচামাল হিসাবে প্রয়োজন :—(১) লবণোদক (Brine) (২) চুনাপাথর (Limestone) (৩) অ্যামোনিয়া (Ammonia)।

সমস্ত প্রণালীটিকে কয়েকটি ভাগে বিভক্ত করিয়া দেখা যাইতে পারে।

(১) লবণোদকের অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত—একটি লোহাব ট্যাকের ভিতর লবণোদক অ্যামোনিয়া দ্বারা সম্পৃক্ত করা হয়। উপরস্থ একটি চোঁবাচ্চা হইতে ধীরে ধীরে সবদাই এই ট্যাকে গাঢ় লবণোদক প্রবাহিত করা হয় এবং একটি নলের সাহায্যে লবণোদকের ভিতর ট্যাকের নীচেব দিকে অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রবেশ করান হয়। অ্যামোনিয়া গ্যাস উপরের দিকে বুদ্ধবদ্ধেব আকায়ে উঠিবাব সময় লবণোদকে দ্রবীভূত হইতে থাকে। এইরূপে লবণোদক অ্যামোনিয়াতে সম্পৃক্ত হয়।

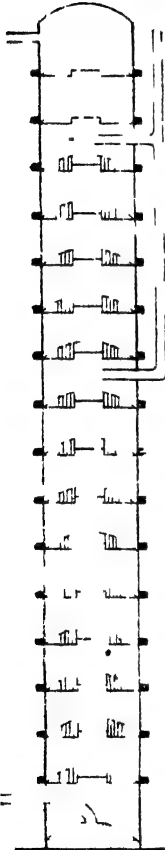


চিত্র ১১৮—লবণোদকের অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত

অ্যামোনিয়া দ্রবণ-কালে 'গাপ-উদ্ভব' হয়, সেইজন্য লবণোদকের উষ্ণতা বৃদ্ধি পায়। অতঃপর উষ্ণতা বৃদ্ধি পাইলে অ্যামোনিয়াব দ্রাব্যতা কমিয়া যায়, সেইজন্য একটি কৃৎশীকৃতি নল এই ট্যাকে বাখিয়া উহাব ভিতর দিয়া শীতল জল প্রবাহিত করিয়া উষ্ণতা  $৪০^{\circ}$ - $৬০^{\circ}$  ডিগ্রীভ ভিতর রাখা হয়। অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত লবণোদক অতঃপর নীচে একটি প্রকাণ্ড হোজে আসিয়া জমা হয় (চিত্র ৩১৮)।



(২) অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত লবণোদকের অজারানীকরণ (Carbonation)—পাম্পের সাহায্যে পূর্বোক্ত হোজ হইতে অ্যামোনিয়া-যুক্ত লবণোদক একটি সু-উচ্চ স্তরের উপরে লইয়া যাওয়া হয় এবং স্তরের ভিতর আস্তে আস্তে নীচের দিকে প্রবাহিত করা হয়। এই স্তরটিকে সলভে স্তর বলা হয়। ইহার ভিতর অনেকগুলি লোহাৰ প্লেট আড়াআড়ি সংলগ্ন থাকে এবং প্লেটগুলির



চিত্র ৩১৬—  
অ্যামোনিয়া যুক্ত  
লবণোদকের  
অজারানীকরণ

মধ্যস্থলে একটি কবিশা ছিদ্র থাকে। এই ছিদ্রের ঈষৎ উপরে একটি ব্যাণ্ডের ছাতাব মত গোলাকাব ছোট ঢাকনি থাকে। ঢাকনিটি এমনভাবে বাধা হয় যাহাতে ছিদ্রপথে গ্যাস বা তবল পদার্থেব চলাচল সম্ভব হয়। উপর হইতে দীর্ঘ ধীর্বে অ্যামোনিয়া যুক্ত লবণোদক পব পব এই ঢাকনিগুলির উপর পড়ে এবং উহা বাতিয়া ছিদ্রপথ দিয়া পববর্তী প্রকোষ্ঠে আসতে থাকে। এইভাবে লবণোদক নীচেব দিকে নামিতে থাকে, এবং নীচ হতে বাবন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উপরেব দিকে পবিচালিত করা হয়। বিপবীতমুখী  $CO_2$  গ্যাস ও অ্যামোনিয় যুক্ত লবণোদক নির্বিড় সম্পর্শে আসে (চিত্র ৩১৬)। ইহাতে প্রথমে অ্যামোনিয়াম বাই কার্বনেট উৎপন্ন হয় এবং উহা সোডিয়াম ক্লোরাইডেব সাহায্যে বিক্রিয়া কবিশা সোডিয়াম বাই কার্বনেট উৎপাদন কব। সোডিয়াম বাই কার্বনেটের উপরীষ ও অপেক্ষাকৃত কম এবং লবণোদকে উঠাব প্রাযাণ থুহ বন। সুবাসো সোডিয়াম বাই কার্বনেট থুব ছোট ছোট স্ফটিকব আকাবে বেলাসিত হইয়া লবণোদকে প্রলামিত (suspended) অবস্থায় থাকে। এইভাবে লবণোদকেব প্যার দুই তৃণাংশ সোডিয়াম ক্লোরাইড বাই কার্বনেট রূপান্তরিত হইয়া থাকে। প্রয়োজনীয় কার্বন-ডাই অক্সাইড একটি চুনেব ভাটিতে চুনাপাথর পোড়াইয়া জৈয়াবা কবিশা লওয়া হয়। স্তরের ভিতরে সাধাবণতঃ উষ্ণতা  $৩৫^{\circ}$ - $৫৫^{\circ}$  ডিগ্রী সেলসিয়াসেব ভিতর বাথাই সমীচীন।

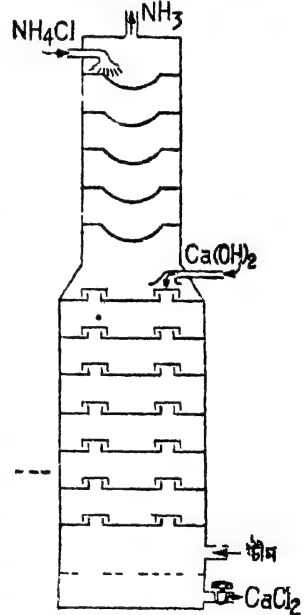
সোডিয়াম বাই কার্বনেট সহ স্তরের সমস্ত লবণোদক নীচের একটি নির্গম-পথে বাহিরে আসে।

## ধাতুসমূহ

সোডিয়াম বাই-কার্বনেট অতঃপব কেট কাপড়ের উপর ছাঁকিয়া পৃথক করা হয়। অতঃপব এই সোডিয়াম বাই-কার্বনেট একত্র সংগৃহীত কবিয়া একটি ঘূর্ণ-চুল্লীতে  $170^{\circ}$  সেন্টি. উষ্ণতায় তাপিত করা হয়। কলে উহা বিযোজিত এবং নিষ্কৃতিত হইয়া সোডিয়াম কার্বনেটে পরিণত হয় এবং কিছু  $\text{CO}_2$  গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই কার্বন-ডাই-অক্সাইডও সলভে-স্ত্রো ব্যবহৃত হয়। ঘূর্ণচুল্লী হইতে যে সাদা শুষ্ক বিচর্ণ পদার্থ পাওয়া যায় উহাই অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট।

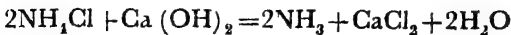


(৩) অ্যামোনিয়ার পুনরুদ্ধার :—সোডিয়াম বাই-কার্বনেট ছাঁকিয়া পৃথক কবায় যে পবিস্রং পাওয়া যায়, উহাতে সোডিয়াম ক্লোরাইড ছাড়াও সমস্তটুকু উপজাত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড থাকে। এই পরিস্রং হইতে সমস্ত অ্যামোনিয়া উদ্ধার করা আবাব ব্যবহৃত করা হয়। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে অ্যামোনিয়া উদ্ধার আব একটি বিশেষ বকমের উচ্চ স্ত্রো সম্পাদিত হয় (চিত্র ৩১জ)। উহাব উপর হইতে দীর্ঘ বীৰ অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত পর্শ স্রুটি নীচব দিক পর্বচালিত করা হয়। স্ত্রুটিব নীচব দিক হইতে স্টীম প্রবাহ করাইয়া দেওয়া হয় এবং প্রায় মধ্যস্থলে একটি নবের সাহায্যে জলের সহিত কলিচুন মিশ্রিত কবিয়া প্রবেশ করান হয়। স্টীমের উত্তাপে কলিচুন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে সম্পূর্ণ অ্যামোনিয়া নিষ্কাশিত হবে এবং উহা উপবেব দিকে উঠিয়া নির্গম নল দ্বারা বাহির হইয়া আসে।

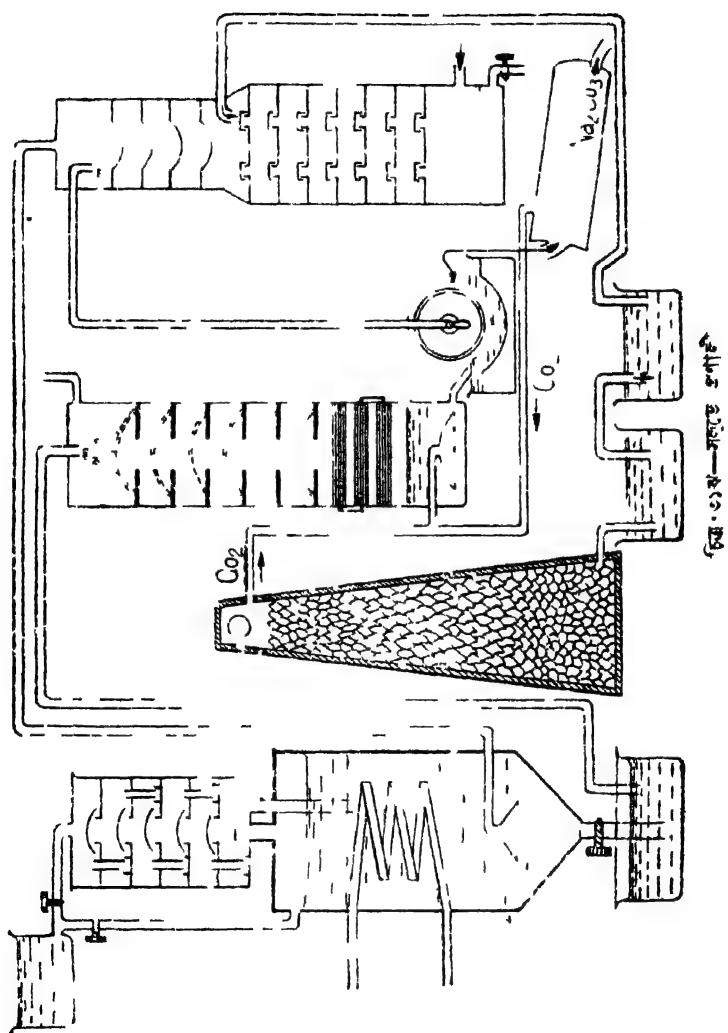


চিত্র ৩১জ—

অ্যামোনিয়ার পুনরুদ্ধার



উৎপন্ন অ্যামোনিয়া পুনরায় লবণোদক সম্পৃক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।



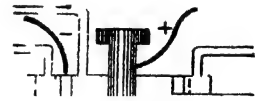
**সল্ভে প্রণালীর সুবিধা**—পত শতাব্দীতে লেব্রাক পদ্ধতিতেই সোডিয়াম কার্বনেট প্রস্তুত হইত, কিন্তু সল্ভে প্রণালীর প্রবর্তনে লেব্রাকের পদ্ধতিব প্রচলন বন্ধ হইয়া গিয়াছে। এখন আর সর্বত্রই সল্ভে প্রণালীতে সোডা তৈয়ারী হয়। সল্ভে প্রণালীর বিশেষ সুবিধা এই যে (১) উহাব কাঁচামাল সম্ভা ও সহজলভ্য, (২) এই পদ্ধতিতে বেশী উৎপাদন প্রয়োজন হয় না, সুতরাং জ্বালানির ব্যয় খুব কম, (৩) এই প্রণালীতে প্রস্তুত সোডা অপেক্ষাকৃত বিশুদ্ধ এবং এই পদ্ধতিব উৎপাদন-ক্ষমতা বা কার্যকারিতাও অধিকতর। প্রণালীটির অবশ্য দুইটি অস্থিবিধার কথাও উল্লেখ করা প্রয়োজন। সোডিয়াম ক্লোরাইডেব সম্পূর্ণ কোরিনট্রুক্ট ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডে পবিণত হয় এবং উহাব কোন উপযুক্ত চাহিদা নাই। 'ব্রিতায়ত', আমোনিয়া-সম্পৃক্ত লবণোদক যথেষ্ট দুগন্ধযুক্ত এবং জ্বালানসম্পন্ন। উহাব পুনর্চালন ইত্যাদি বেশ কষ্টসাধ্য ব্যাপার।

লেব্রাক প্রণালীর প্রধান গুণিবা এই যে উহাতে উপজাত হ্রবা হিসাবে হাইড্রোক্সোরিক অ্যাসিড পাওয়া যায় এবং ক্যালসিয়াম সালফাইড হস্তে প্রযোজন হইলে সালফার উদ্ধার করা যায়। কিন্তু প্রণালীটি ব্যবহৃত এবং উৎপন্ন সোডিয়াম কার্বনেট তত বিশুদ্ধ নয়।

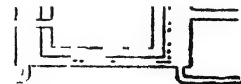
সোডিয়াম কার্বনেট পদ্ধতি না হইলেও লেব্রাক পদ্ধতিতে এখনও যথেষ্ট সোডিয়াম সালফেট তৈয়ারী করা হয়।

(গ) **তড়িৎ-বিলেপন-পদ্ধতি (হারগ্রিভস-বার্ড পদ্ধতি) [Her- greaves-Bird-Process]** - একটি মধ্যাবক সেলে লবণোদক তড়িৎ-বিলেপিত করিয়া

কার্বিকসোডা উৎপন্ন করা হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে কার্বন-ডাউক্সাইডেব সাহায্যে উত্থাপিত সোডিয়াম কার্বনেটে পবিণত করা হয়। ইহাটি এই পদ্ধতিব মূল কথা। হারগ্রিভস বার্ড সেলে এই পবিবর্তন সম্পাদিত হয়। সেলটির প্রাচীরেব ভিত্তিবেব দিকটি 'সিমেন্ট লিগু থাকে। 'সিমেন্ট-আসবেসটোসেব তৈয়াবা দুইটি মধ্যাবক প্রাচীরেব (Diaphragm wall) সাহায্যে সেলটি দুইটি প্রকোষ্ঠে বিভক্ত থাকে (চিত্র ৩০-ক)।



এই মধ্যাবক প্রাচীর দুইটিই বাতিবেব দিকে দুইটি ভাষাব তাবজালি সংলগ্ন থাকে। মধ্য-প্রকোষ্ঠটিতে লবণোদক রাখা হয় এবং উহাতে একটি গ্যাস-কার্বনেব অ্যানোড নির্মজ্জিত থাকে। তাবজালি দুইটি ক্যাথোড



চিত্র ৩১-হারগ্রিভস-বার্ড সেল

রূপে ব্যবহৃত হয়। সমস্ত সেলটির একটি ঢাকনি আছে এবং প্রত্যেক প্রকোষ্ঠের উপরের দিকে গ্যাস নির্গমপথ আছে। বিল্লেপন করার সময় তাবজালি দুইটি একত্রে জলে সিক্ত করিয়া লওয়া হয়, এবং অ্যানোড ও ক্যাথোড বাটারাব সহিত যুক্ত করিয়া দেওয়া হয়। সোডিয়াম

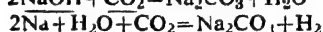
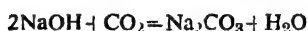
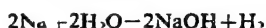
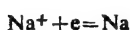
ক্রোরাইড বিক্লেষিত হইয়া অ্যানোডে ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। সোডিয়াম আয়নগুলি সিমেন্টের মধ্যবরকের ভিতর দিয়া আসিয়া তারজালিতে আধানযুক্ত হয় এবং সোডিয়াম ধাতুতে পরিণত হয়। বাহিরের প্রকোষ্ঠে দুইটি নলের সাহায্যে কার্বন-ডাই-অক্সাইড ও স্টীম প্রবেশ করান হইতে থাকে। সোডিয়াম স্টীমের সহিত বিক্রিয়া করিয়া কঠিকসোডা উদ্ভূত করে এবং পরে উহা  $\text{CO}_2$  দ্বারা সোডিয়াম কার্বনেটে পরিণত হয়। সম্ভ্রাত হাইড্রোজেন উপরের নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া যায়। নীচের একটি নিগমপথ দিয়া সোডিয়াম-কার্বনেটের দ্রবণ বাহির করিয়া লইয়া উহা হঠতে সোডা-ফটিক কেলাসিত করা হয়।



অ্যানোডে



ক্যাথোডে



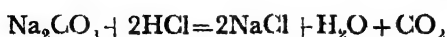
**সোডিয়াম কার্বনেটের ধর্ম।** দ্রবণ হঠতে কেলাসিত ববিতে যে সোডা সোডিয়াম-কার্বনেট ফটিক পাওয়া যায়, উহাতে প্রত্যেক অণুর সহিত ১০টি জলের অণু সংযুক্ত থাকে— $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ইহাই বাজারে “কাপড কাচা সোডা” নামে পরিচিত। বাতাসে রাখিয়া দিলে এই সোদক ফটিক হইতে জল বাষ্পীভূত হইয়া যায় এবং উদ্ভাগী ফটিক হঠতে একটি নূতন সোডা ব উদ্ভব হয়। উহাতে সোডার প্রতি অণুতে একটি মাত্র জলের অণু থাকে।



অধিক ঠর উত্তাপে জল সম্পূর্ণ দূরীভূত হইয়া অনাদ্র সোডিয়াম কার্বনেটে পরিণত হয়। ইহাকে সোডা-ভস্ম (Soda Ash) বলা হয়।

অতিবিক্ত তাপে সোডিয়াম কার্বনেট গলিয়া যায় বটে কিন্তু বিঘোজিত হয় না। ইহা ব জলীয় দ্রবণ মুহু ক্ষাবণসম্পন্ন। তীব্র ক্ষাব এবং মুহু অম্ল হইতে উৎপন্ন হওয়াতে লবণ হওয়া সম্ভব ইহাতে ক্ষাবকত্ব পবিলক্ষিত হয়। জলীয় দ্রবণে খানিকটা লবণ আর্দ্রবিশ্লেষিত হইয়া তীব্রক্ষাব উৎপাদন করিয়া থাকে :—  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3$

অক্সাল কার্বনেটের মত সোডাও অ্যাসিডের সংস্পর্শে  $\text{CO}_2$  উৎপাদন করে।



**ব্যবহার :**—কাচ, সাবান ও কঠিকসোডা প্রস্তুতিতে প্রচুর সোডিয়াম কার্বনেট প্রয়োজন হয়। বস্ত্র ও কাগজ শিল্পেও সোডিয়াম কার্বনেট ব্যবহৃত হয়। বস্ত্র এবং অক্সাল

ক্রয় পরিদ্রবণে, ল্যাবরেটরীর বিক্রিয়ক হিসাবে, এবং আরও নানা প্রয়োজনে সোডিয়াম কার্বনেটের বহুচি চাহিদা। সোডিয়াম বাই-কার্বনেটেরও চাহিদা আছে। ঔষধ হিসাবে এবং  $\text{CO}_2$  প্রস্তুতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়। রুটি বা বিস্কুট তৈয়ারীতে যে বেকিং পাউডার (baking powder) লাগে, উহাতে পটাসিয়াম-হাইড্রোজেন টারটারেট ও সোডিয়াম বাই-কার্বনেট থাকে। জলের সংশ্লেশে এই মিশ্রণ হইতে  $\text{CO}_2$  উৎপন্ন হয় ও রুটি ফাঁপিয়া ওঠে।

৩১-১৬। সোডিয়াম সালফেট,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ —লোব্লাক পদ্ধতিতেই সোডিয়াম সালফেট প্রস্তুত কবাব বিবরণ দেওয়া হইয়াছে। সংবৃতচুল্লী হইতে যে “সল্ট-কেক” পাওয়া যায় উহাকে বড় বড় কাঠের ট্যাঙ্কে গরম জলে স্টীমেব সাহায্যে দ্রবীভূত করা হয়। অতিবিক্ত অপবিবর্তিত যে সালফিউরিক অ্যাসিড উহাতে থাকে তাহা কলিচুন সাহায্যে প্রশমিত করা হয়। পবে এই দ্রবণটি ছাঁকিয়া সীসাবৃত কাঠের ট্যাঙ্কে শীতল করা হয়। তখন ইহা হইতে সোদক সোডিয়াম সালফেট,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  কেলাসিত হয়। ইহাকে ‘গ্লাবাব লবণ’ (Glauber’s salt) বলা হয়।

সোডিয়াম সালফেট কাগজ ও কাচশিল্পে সর্বাধিক প্রয়োজন হয়। সোডিয়াম সালফাট হৈয়াবা কবাব জগুও সোডিয়াম সালফেট দরকাব। ঔষধ হিসাবে সোডিয়াম সালফেট ব্যবহৃত হয়।

• ৩১-১৭। কাচ (Glass) : সিলিকাব (খালুব) সহিত অন্যান্য সিলিকেট একত্র মিশাইয়া গালাইলে অত্যন্ত সান্দ্র একটি তবল পদার্থ পাওয়া যায়। উহাই অতিশীতলীকরণের ফলে জমাট বাধিয়া কাচে পরিণত হয়। উহাব কাঠিন্য বাহ্যিক। বস্তুতঃ কাচ অতিশীতলীকৃত একটি সান্দ্র তবল পদার্থ।

সিলিকেটগুলিব একটি সোডিয়াম বা পটাসিয়াম সিলিকেট হইতে হইবে। অপবটি লেড বা ক্যালসিয়াম সিলিকেট। মোটামুটি ভাবে কাচের উপাদানসমূহ নিম্নরূপে প্রকাশ করা হইতে পারে :— $\text{X}_2\text{SiO}_3, \text{YSiO}_3, 4\text{SiO}_2$

অথবা  $\text{X}_2\text{O}, \text{YO}, 6\text{SiO}_2$  [  $\text{X}=\text{K}$  বা  $\text{Na}$  ;  $\text{Y}=\text{Ca}$  বা  $\text{Pb}$  ]

কাচের কতকগুলি বিশেষ গুণের জগুই উহার বহুল ব্যবহার দেখা যায়। উহা স্বচ্ছ এবং বিভিন্ন বর্ণ গ্রহণ করিতে পারে। অগ্নিসহ বলিয়া পরীক্ষাগারে উহা সদা ব্যবহৃত হয়। নমনীয়তার জগু সহজে গলাইয়া বিভিন্ন আকৃতিতে ঢালাই করা চলে। অ্যাসিড বা অক্ষাত রাসায়নিক বস্তুদ্বারা আক্রান্ত হয় না বলিয়া বহরকমেব পাত্র বা বোতল কাচের সাহায্যে প্রস্তুত করা হয়।

**কাচ-শিল্প :** কাচের ব্যবহার এত বহুল রকমের হওয়ায় প্রত্যেক দেশেই কাচশিল্পের প্রসার ও উন্নতি বৃদ্ধি দিকে যথেষ্ট আগ্রহ দেখা যায়। কাচের বিভিন্ন উপাদানগুলির জন্ত কয়েকটি কাচামালের প্রয়োজন। যথা :—

- (১) সাধারণ বালুকা, কোয়ার্টজ, স্লিক প্রভৃতি—সিলিকার জন্ত।
- (২) চুন, চুনাপাথর, পিডিয়াট ইত্যাদি—ক্যালসিয়ামের জন্ত।
- (৩) পটাসিয়াম কার্বনেট—পটাসিয়ামের জন্ত।
- (৪) সোডিয়াম কার্বনেট ও সোডিয়াম সালফেট—সোডিয়ামের জন্ত।
- (৫) লিথার্জ (PbO)—লেডের জন্ত।

উহা ছাড়া, সহজে এই কাচামাল গলাইবার জন্য পুৰাতন ভাড়া কাচ-চূর্ণ প্রয়োজন হয়। ইহাকে কিউলেট (Cullet) বলে। কাচামালসমূহের সহিত সাদাই অপদ্রব্য কিছু থাকে, বিশেষতঃ লৌহের যোগ থাকে। ফলে কাচের রং ক্রমে সবুজ হয়। এই আপাতিকর বর্ণ দূর করার জন্য বিবজ্জক হিসাবে  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{MnO}_2$  প্রভৃতি দেওয়া হয়।

কাচ-প্রস্তুতির উপাদানগুলি প্রথমতঃ যথাসম্ভব পবিত্র করিয়া বিচূর্ণ করা হয়। ইহার পর প্রয়োজন অনুসারে উপাদানগুলিকে মিশ্রিত করা হয়। অগ্নিসহ ইষ্টকেব তৈয়ারী করার চুল্লিতে এই মিশ্রণটি গলাইয়া লওয়া প্রয়োজন। কিছু সমস্ত মিশ্রণটুকু একত্র না গলাইয়া অল্প অল্প কবীয়া বিচূর্ণ মিশ্রণ পুৰাতন কাচচূর্ণের (কিউলেট) সহিত চুল্লিতে দেওয়া হয়। কাচচূর্ণ বিগলনে সাহায্য করে। উহা গলিয়া গেলে পুনরায় আবণ্ড মিশ্রণ চুল্লিতে দেওয়া হয়। ইহাতে সমস্ত মিশ্রণটি সমভাবে গলে এবং উত্তাব ভিত্তি বৃদ্ধি পায় বৃদ্ধি থাকে না। সমস্ত মিশ্রণটি যখন উত্তমরূপে তরলিত হইয়া যায়, তখন উত্তাব বর্ণ দূর করার জন্য অল্প  $\text{MnO}_2$  বিবজ্জক হিসাবে দেওয়া হয়।

বিভিন্ন বর্ণের কাচ প্রযোজন হইলে সিলিকা ও সিলিকেটের সহিত স্বল্প পরিমাণে ভিন্ন ভিন্ন ধাতব অক্সাইড মিশ্রিত কবীয়া গলাইয়া লওয়া হয়। যেমন,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  সাহায্যে সবুজ,  $\text{CoO}$  সাহায্যে নীল কাচ পাওয়া যায়। টিন্-অক্সাইড বা ক্যালসিয়াম ফসফেট সাহায্যে অনচ্ছ সাদা কাচ প্রস্তুত হয়। সোনালী-লাল (Ruby-red) কাচের জন্য স্বর্ণরেণু ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

গলিত কাচ অল্প অল্প করিয়া লইয়া ছাঁচে ঢালাই করা হয় অথবা নলের ভিতরে লইয়া ফুঁ দিয়া বিভিন্ন আকৃতিতে গড়া হয়। কাচের পাত্রগুলি হঠাৎ শীতল না করিয়া আস্তে আস্তে শীতল

করিলে অনেক শক্ত ও ভাল হয়। হঠাৎ ঠাণ্ডা করিলে উহাৰ বহির্ভাগ ভাড়াভাডি শক্ত হইয়া জমিয়া যায়। কলে অভ্যন্তরের কাচেব উপর যথেষ্ট চাপ পড়ে। এইকপ কাচ একটু চাপে অথবা উত্তাপ ব্যতিক্রমে ভাঙিয়া যায়। গলিত কাচের উষ্ণতা ধীরে ধীরে কমাইয়া ঠাণ্ডা করিলে উহাৰ ভিতর কোন চাপ বা টান থাকে না। এই প্রণালীটিকে 'কাচেব কোমলায়ন' কলা হয়।

## দ্বাত্রিংশ অধ্যায়

### ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম এবং অ্যালুমিনিয়াম।

#### ম্যাগনেসিয়াম

চিহ্ন Mg। পারমাণবিক গুরুত্ব ২৪.৩০। ক্রমাঙ্ক ১২।

মৌলবস্থায় ম্যাগনেসিয়াম না পাওয়া গেলেও উহাৰ নানা বকমেব যৌগ প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। স্ট্রাসফোর্টের লবণস্তুপে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ও ম্যাগনেসিয়াম সালফেট পাওয়া যায় নাট, কিন্তু অধিকাংশ ম্যাগনেসিয়ামই খনিজ পাথরে থাকে। নিম্নলিখিত যৌগগুলির প্রধানতঃ উল্লেখযোগ্য :—

(১) কাব্রনেট যথা :—(ক) ম্যাগনেসাইট (Magnesite),  $MgCO_3$

• (খ) ডলোমাইট (Dolomite)  $MgCO_3, CaCO_3$

(২) ক্লোরাইড গমন :—কার্নালাইট (Carnallite),  $MgCl_2, KCl, 6H_2O$

(৩) সালফেট গমন :—(ক) কাইসেরাইট (Kieserite),  $MgSO_4, H_2O$

(খ) ক্যানাইট (Kainite),  $KCl, MgSO_4, 3H_2O$

(৪) সিলিকেট গণা :—(ক) অলিভাইন (Olivine),  $Mg, (Fe) SiO_4$

(খ) ট্যালক (Talc),  $Mg_3H_2 (SiO_3)_4$

(গ) আসবেসটোস (Asbestos),  $Mg_3Ca(SiO_3)_4$

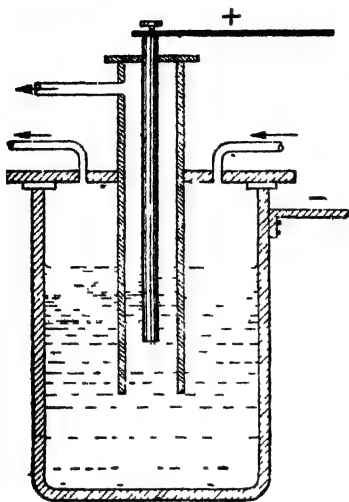
উদ্ভিদেব সবুজ অংশ যে ক্লোরোফিল থাকে উহাও ম্যাগনেসিয়ামেব যৌগ।

৩২-১। ম্যাগনেসিয়াম প্রস্তুতি—(১) সাধারণতঃ অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড বা কার্নালাইটকে গলিত অবস্থায় এডিং বিপ্লবিত করিয়া ম্যাগনেসিয়াম প্রস্তুত করাৰ বীভিই প্রচলিত।

স্টীলের তৈয়াবী ছোট ছোট চতুষ্কোণ ট্যাঙ্কে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ-বিপ্লবণ কৰা হয়। ট্যাঙ্কেব ভিতর অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড লইয়া



বিদ্যুৎ-প্রবাহ সাহায্যে উহাকে উত্তপ্ত করা হয় এবং প্রায়  $৮০০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় গলাইয়া রাখা হয় (উহাব গলনাঙ্ক,  $৭৫০^{\circ}$  সেন্টি)। ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ( $MgCl_2, 6H_2O$ ) সোদক স্ফটিকাকারে পাওয়া যায়। কিন্তু



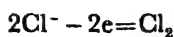
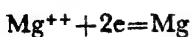
চিত্র ৩২ক—ম্যাগনেসিয়াম প্ৰস্তুতি

গলানোব পূর্বে বিশেষ প্রণালীতে উহাকে অনার্দ্র করিয়া লওয়া প্রয়োজন। অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডেব পবিবর্তে কার্নালাইটও ব্যবহার কবা যায়।

ট্যাঙ্কটিব মধ্যস্থলে উপব হইতে একটি গ্র্যাফাইটেব দণ্ড ঝুলাইয়া দেওয়া হয়। ইহা অ্যানোডেব কাজ কবে। গ্র্যাফাইট দণ্ডটিকে ঘিবিয়া একটি প্রশস্ত পসে লীনেব নল বাখা হয়। অ্যানোড ও উহাব বন্ধুক পসে লীনেব নলটি গলিত ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডে হাংশিক নিমজ্জিত থাকে। লোহাব ট্যাঙ্কটিকে সোজাসুজি ব্যাটারীব অপব প্রান্তে যুক্ত করিয়া দেওয়া হয়, স্তুতরাং

উহাই ক্যাথোড। ওডিং-প্রবাহ পবিচালনেব ফলে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড বিস্লেষিত হইয়া যায়। অ্যানোডে ক্লোরিন উৎপন্ন হয় এবং পসে লীনেব নলের ভিতব দিয়া উঠিয়া একটি নির্গম-পথে বাহিব হইয়া যায়। ট্যাঙ্কেব ভিতব ম্যাগনেসিয়াম উৎপন্ন হয় এবং অধিক উষ্ণতা হেতু গলিত অবস্থায় থাকে। তরল ম্যাগনেসিয়াম গলিত কার্নালাইট বা ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড অপেক্ষা হালকা বলিয়া ভাসিয়া ওঠে।

সম্পূর্ণ ট্যাঙ্কটি অবশ্য একটি ঢাকনিদ্বারা আবৃত থাকে এবং সর্বদা ট্যাঙ্কেব ভিতবেব তরল পদার্থেব উপবে কোল-গ্যাস প্রবাহিত কবা হয়, যাহাতে ভিতবে কোন বাতাস না থাকে। তাহা না হইলে, তরল ম্যাগনেসিয়াম বাতাসেব সংস্পর্শে আসিলেই জ্বলিয়া উঠিবে এবং ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডে পবিণত হইয়া যাইবে (চিত্র ৩২ক)।



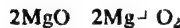
যথেষ্ট পরিমাণ তরল ম্যাগনেসিয়াম সঞ্চিত হইলে উহাকে বাহির করিয়া ঢালাই করিয়া লওয়া হয়।

(২) উচ্চ উষ্ণতায় ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডকে কার্বন দ্বারা বিজারিত করিয়াও কোন কোন দেশে ম্যাগনেসিয়াম প্রস্তুতিব প্রচলন হইতেছে। প্রকৃতিলব্ধ ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট পোডাইয়া প্রথমে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড তৈয়ারী করা হয়।  $MgCO_3 = MgO + CO_2$

ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের সহিত বিচূর্ণ কোক উত্তমরূপে মিশ্রিত করিয়া লওয়া হয়। কোন তেল বা পিচের সহিত মিশাইয়া এই মিশ্রণটিকে ছোট ছোট ইষ্টকাকারে পরিণত করা হয়। একটি তড়িৎ চুল্লীতে বাগিয়া এই ইষ্টকসমূহ প্রায়  $2000^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড তাপিত করা হয় ইহাব ফলে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড বিজারিত হইয়া যায়।  $MgO + C = Mg + CO$

উৎপন্ন ম্যাগনেসিয়াম ও কার্বন মনোক্সাইড বাষ্পাকারে তড়িৎ-চুল্লী হইতে বাহির হইয় আসে (ম্যাগনেসিয়ামেব স্ফটনাক,  $1100^{\circ}$ )। শীতল পাত্রের নীচে করিয়া বস্তু ম্যাগনেসিয়াম সংগ্রহ করা হয়।

(৩) ম্যাগনেসিয়াম দ্রবায়ডকে গলন বোঝার ফ্লোরাইড ও ম্যাগনেসিয়াম ফ্লোরাইডে স্নায়ু করিয়া ( $700^{\circ}C$ ) তড়িৎ প্রদান করিয়া ক্যাথোডে ম্যাগনেসিয়াম ধাতু পাওয়া যায়



**ম্যাগনেসিয়ামের ধর্ম**—ম্যাগনেসিয়াম ধাতু উজ্জ্বল সাদা বর্ণের। উহা অপেক্ষাকৃত নরম, উত্তাব ঘনত্ব  $1748$ , গলনাক  $648^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড এবং স্ফটনাক  $1100^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড। উহাব প্রসায়তা ও ঘাতসহতা বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

বাতাস বা অক্সিজেনের সান্নিধ্যে ম্যাগনেসিয়ামকে তাপিত করিলে উহা উজ্জ্বল শিখাসহ জ্বলিয়া ওঠে এবং জারিত হইয়। ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডে পরিণত হয়:— $2Mg + O_2 = 2MgO$

হ্যালোজেনের সহিতও ম্যাগনেসিয়াম সোজাশুভি যুক্ত হয় এবং এই বিক্রিয়ার সময় তাপ ও আলো বিকিরণ হয়:— $Mg + Cl_2 = MgCl_2$

অধিকতর উষ্ণতায় ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রোজেনের সহিত বিক্রিয়া করে এবং ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রাইডে পরিণত হয়— $3Mg + N_2 = Mg_3N_2$

শ্বেততপ্ত ম্যাগনেসিয়াম স্টীম, কার্বন-ডাই-অক্সাইড, নাইট্রিক অক্সাইড

প্রভৃতিকে বিযোজিত করিয়া দেয় এবং বস্তুতঃ এই সকল ক্ষেত্রে উত্তম ম্যাগনেসিয়াম বিভাবকেব কাজ করে :—



ম্যাগনেসিয়াম নানারকম অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া লবণ ও  $\text{H}_2$  উৎপাদন করে, কিন্তু ক্ষারক দ্রবণের সহিত কোন বিক্রিয়া করে না।

**ম্যাগনেসিয়ামের ব্যবহার :—**(১) ইলেকট্রন (Electron, Mg-Zn), ম্যাগনেসিয়াম (Mg-Al), প্রভৃতি বাতাসহীন ম্যাগনেসিয়াম হইতে প্রস্তুত হয়।  
(২) সান্ত্বিতিক আলোক এবং ফটোগ্রাফীর আলোক উৎপাদনে ম্যাগনেসিয়াম ব্যবহৃত হয়।  
(৩) বাজী প্রস্তুতিতে এবং কোন কোন অগ্ন্যুৎপাদক বোমা তৈরীয়া করিতে ম্যাগনেসিয়াম চর্চ প্রযোজন হয়।

## ম্যাগনেসিয়ামের যৌগ

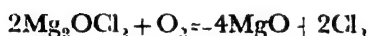
৩২-২। ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড,  $\text{MgO}$  : উদ্ভাপের সাহায্যে ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট বিযোজিত করিয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড সর্বদা প্রস্তুত করা হয়।  $\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$

ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড সাদা বিচূর্ণ অবস্থায় থাকে। জলে ইহার দ্রাব্যতা খুব কম। অক্সাইডটি ক্ষারকীয় এবং অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া জল ও লবণ উৎপাদন করে। অতিবিস্তৃত উষ্ণতা ছাড়া ইহা গলে না বলিয়া অগ্নিসহ ইষ্টক প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়। গড়িত-চুল্লীর অভ্যন্তরে আববক হিসাবে ইহা ব্যবহার হয়। ক্রয়ন হিসাবেও কিছু ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড প্রযোজন হয়।

৩২-৩। ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড,  $\text{MgCl}_2$  : ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের সহিত লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার সাহায্যে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুত করা হয়। বিক্রিয়াশেষে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের যে দ্রবণ পাওয়া যায় উহা গাঢ় করিয়া শীতল করিলে ছয়টি জলের অণু সহ ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের সোদক স্ফটিক কেলাসিত হয়,  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ।



সোদক ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডকে ধীরে ধীরে তাপিত করিলে উহার জল-আংশিক উদ্বায়িত হয় বটে, কিন্তু সম্পূর্ণরূপে অনার্দ্র হয় না। অতিরিক্ত উত্তাপে সোদক ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড আর্দ্রবিশ্লেষিত হইয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সি-ক্লোরাইডে পরিণত হইয়া যায় এবং পরে বাতাসের সাহায্যে অক্সাইডে পরিণত হয়।



অতএব সোদক ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড উত্তপ্ত করিয়া অনার্দ্র লবণ প্রস্তুত করা সম্ভব নয়। ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর সহিঃ ক্লোরিন গ্যাসের ক্রিয়ার কালে অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যাইতে পারে :— $\text{Mg} + \text{Cl}_2 = \text{MgCl}_2$

যদিও একটি পদ্ধতিতেও অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়। ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের সহিঃ প্রথমে আনবিঃ অল্পপাঃ অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত করিয়া লওয়া হয়। মিশ্র দ্রবণটি গাট করা করিলে উহা হইতে  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{MgCl}_2, 6\text{H}_2\text{O}$ —এই দ্বিধাতুক লবণটি (Double Salt) কলাসিত হয়। এই দ্বিধাতুক লবণ উত্তপ্ত করিলে প্রথমে উহার জল সম্পূর্ণ উড়িয়া যায় এবং ঐৎপর উহা হইতে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডও উদ্বায়িত হইয়া যায়, কেবল অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড অবশেষ থাকে।

সোবেল সিমেন্ট (Sorel Cement) নামক বিশেষ রকমের সিমেন্ট প্রস্তুতিতে ইহা ব্যবহৃত হয়। কাচ, পসেপীন প্রভৃতি জোড়া দিতে, দস্ত চিকিৎসাতে এই সিমেন্ট প্রযোজন হয়। কোন কোন বিশেষ প্রযোজনে ব্যবহৃত স্থান প্রস্তুত করিতে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়।

৩২-৪। ম্যাগনেসিয়াম সালফেট,  $\text{MgSO}_4$  : ম্যাগনেসিয়াম ক্যাবনেটেট উপর লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দিলে ম্যাগনেসিয়াম সালফেট পাওয়া যায় এবং কখন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন ম্যাগনেসিয়াম সালফেট জলীয় দ্রবণে থাকে। কলাসিত করিলে ৭টি জলের অণু সহ উহা স্ফটিকাকারে পাওয়া যায়,  $\text{MgSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$ । সাধারণতঃ এই সোদক ম্যাগনেসিয়াম সালফেটকে ‘এপসোম লবণ’ (Epsom Salt) বলা হয়।

ম্যাগনেসিয়াম সালফেট স্বচ্ছ বর্ণহীন স্ফটিক রূপে থাকে। উহা জলে খুব দ্রবণীয়। উত্তাপ প্রয়োগ করিলে  $১০০^\circ$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় উহার ৬টি

জলের অণু উড়িয়া যায় এবং  $২০০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেডে উহা সম্পূর্ণ অনার্জ হইয়া পড়ে।



ক্ষার ধাতুর সালফেটের সহিত ইহা দ্বিধাতুক লবণ উৎপন্ন করে; যথা,



ম্যাগনেসিয়াম সালফেট ঔষধ হিসাবে ব্যবহার হয়। তুলা এবং স্থতার ব্যবসায় ইহার যথেষ্ট চাহিদা আছে।

### মৃৎক্ষার-ধাতু—ক্যালসিয়াম

চিহ্ন, Ca

পারমাণবিক গুরুত্ব, ৪০.০৮

ক্রমাক, ২০

প্রকৃতিতে ক্যালসিয়াম মৌলবহুায় থাকে না, কিন্তু উহার নানাপ্রকার যৌগ প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। এই সকল যৌগের ভিতর বিশেষ উল্লেখযোগ্য :—

(১) ক্যালসিয়াম কার্বনেট,  $\text{CaCO}_3$ —ইহা বিভিন্ন আকারে ও বিভিন্ন অবস্থায় পাওয়া যায়, যথা :—চুনাপাথর (Lime-Stone), গড়িমাটি, মার্বেল পাথর, ক্যালসাইট (Calcite), কাল্কস্পার (Calcspar), ইত্যাদি। ডিমের গোসা এবং জলজন্তুর বহিরাবরণেও ক্যালসিয়াম কার্বনেট থাকে।

(২) ডলোমাইট, (Dolomite),  $\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$ ।

(৩) ক্যালসিয়াম সালফেট,  $\text{CaSO}_4$ । ইহা প্রধানতঃ দুই রকমের—

(ক) জিপসাম (Gypsum),  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ।

(খ) আনহাইড্রাইট (Anhydrite),  $\text{CaSO}_4$ ।

(৪) ক্যালসিয়াম ফসফেট,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ । যথা :—

(ক) অ্যাপেটাইট (Apatite),  $\text{CaF}_2, 3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ।

(খ) ফসফরাইট (Phosphorite),  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ।

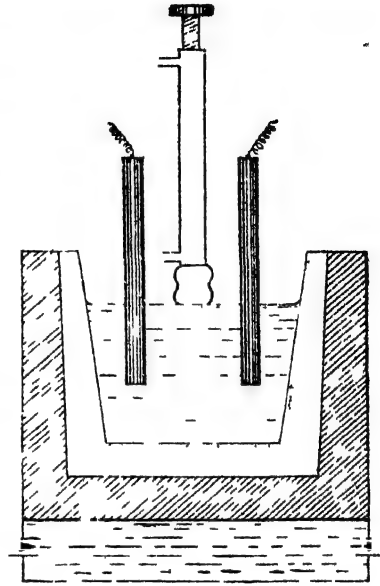
(গ) জীবজন্তুর হাড়েও,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  থাকে।

(৫) ক্যালসিয়াম ফ্লোরাইড, ফ্লোরস্পার,  $\text{CaF}_2$ ।

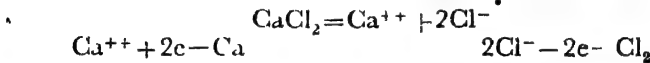
(৬) ক্যালসিয়াম সিলিকেট,  $\text{CaSiO}_3$ । অনেক পাথরেই ইহা মিশ্রিত থাকে।

৩২-৫। ক্যালসিয়াম প্রস্তুতি—ক্যালসিয়াম অক্সাইড অত্যন্ত সহজলভ বটে, কিন্তু উহাকে উচ্চ উষ্ণতায়ও কার্বন দ্বারা বিজারিত করা যায় না। সেইজন্য ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের ওড়িং-বিশ্লেষণ দ্বারা ক্যালসিয়াম ধাতু প্রস্তুত করা হয়।

গ্র্যাফাইট নির্মিত পাত্রে বিগলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের (  $৬৬০^{\circ}-৭০০^{\circ}$  সেন্টি গ্রেড ) ভিতর দিয়া বিদ্যুৎপ্রবাহ দেওয়া হয়। দুইটি গ্র্যাফাইট দণ্ড অ্যানোড রূপে এবং একটি লোহাব দণ্ড ক্যাথোড রূপে গলিত  $\text{CaCl}_2$ এ আংশিক নিমজ্জিত রাখা হয় ( চিত্র ৩২ খ ) ক্যাথোডটি ভিতরে ফাঁপা এবং ইহাব মধ্য দিয়া জলপ্রবাহ পরিচালিত করিয়া উত্তাকে সবদা শীতল রাখা হয়। বিদ্যুৎ-প্রবাহের ফলে উহা বিযোজিত হইয়া ক্যাথোডে ক্যালসিয়াম ও অ্যানোডে ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। ক্যালসিয়াম ক্যাথোডে 'সঞ্চিত' হইতে থাকিলে, বীবে ধীরে ক্যাথোডটি উপরের দিকে উঠাইয়া দেওয়া হয় এবং উৎপন্ন ক্যালসিয়াম একটি যষ্টব আকারে পাওয়া যায়।

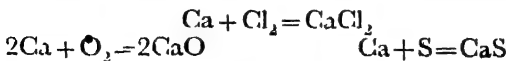


চিত্র ৩২খ—ক্যালসিয়াম প্রস্তুতি



[ ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সহিত সামান্য ক্যালসিয়াম ফ্লুইড মিশ্রিত করিয়া দেওয়া হয়। ]

**ক্যালসিয়ামের ধর্ম**—ক্যালসিয়াম ধাতু কপাৰ মতই উজ্জল সাদা বর্ণের কিন্তু যথেষ্ট নরম। সাধারণ ধাতু হইতে ক্যালসিয়ামের সক্রিয়তা অনেক বেশী। অক্সিজেন, হ্যালাজেন, সালফার প্রভৃতির সহিত উহা সহজেই যুক্ত হয়।

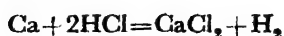


উত্তপ্ত অবস্থায় হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেন গ্যাসের সহিত ও ক্যালসিয়াম সোডাসমূহিত যুক্ত হইয়া দ্বিযৌগিক পদার্থ উৎপন্ন করে :—



জলের সহিত ক্যালসিয়াম ধীরে ধীরে বিক্রিয়া করে এবং হাইড্রোজেন উৎপাদন করে .—  $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$

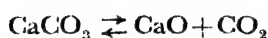
বিভিন্ন অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ার কালে ক্যালসিয়াম অ্যাসিডের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিয়া থাকে :—



ক্যালসিয়ামের তেমন বহুল ব্যবহার নাই। কখন কখন কোন কোন ধাতু-নিষ্কাশনের পদ্ধতি চালাই করার সময় ক্যালসিয়াম বিজারক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। আলকো (Ulco), ফ্রেয়ারী (Frery) অর্ভতি ধাতুসংকরের ক্যালসিয়াম একটি উপাদান।

## ক্যালসিয়ামের যৌগসমূহ

৩২-৬। ক্যালসিয়াম অক্সাইড, চুন  $\text{CaO}$  : উত্তাপ-প্রয়োগে ক্যালসিয়াম কার্বনেট (চূনাপাথর) বিযোজিত করিয়া সর্বদা চুন প্রস্তুত করা হয়।



বিক্রিয়াটি উভমুখী। সুতরাং সম্পূর্ণ চূনাপাথরকে চুনে পরিণত করিতে হইলে কার্বন-ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হওয়ার সঙ্গে সঙ্গেই সরাইয়া লওয়া প্রয়োজন। এইজন্য ইষ্টক-নির্মিত বড় বড় চুনের ভাটিতে (Lime-kiln) এই বিযোজন সম্পাদিত হয়। এই চুনের ভাটি বা চুন-চুল্লীগুলি দেখিতে অনেকটা দীর্ঘ গম্বুজের মত। চুল্লীর নীচে বায়ু প্রবেশের ব্যবস্থা থাকে। নীচের অংশে কয়লা জ্বলাইয়া চুল্লীতে তাপ প্রয়োগ করা হয়। অনেক সময় পার্শ্ববর্তী একটি চুল্লীতে কয়লা জ্বলাইয়া উত্তপ্ত প্রডিউসার গ্যাস ইত্যাদি ভাটির ভিতর পরিচালিত করা সুবিধাজনক (চিত্র ৩২ গ)। ছোট ছোট কাকরের আকারে চূনাপাথর উপর হইতে এই চুল্লীতে প্রবেশ করিতে থাকে। চুল্লীর অভ্যন্তরের উষ্ণতা প্রায়  $1000^\circ$  সেন্টিগ্রেড হইলে, চূনাপাথর বিযোজিত হইয়া চুনে পরিণত হয়। উৎপন্ন কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস উত্তপ্ত গ্যাস-প্রবাহে উপরের দিকে উঠিয়া একটি নির্গম-পথে বাহির হইয়া যায়। ভাটির নীচে সাঁচা চুন আসিয়া জমা হয় এবং উহাকে একটি নির্গম-দ্বার দিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়। চুন টিনের ভিতর আবদ্ধ অবস্থায় স্থানান্তরে প্রেরিত হয়।

**চুনের ধর্ম:**—চুন একটি সাদা অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ। ইহাকে তপিত করিলে সহজে গলে না, বরং অতিরিক্ত উষ্ণতায়, অক্সি-হাইড্রোজেন শিখা ইত্যাদিতে,—উহা ভাষ্যব হইয়া উঠে এবং আলো বিকিরণ করে। বিদ্যায়-চুল্লীতে প্রায় ২৭৫০° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় উহাকে গলান সম্ভব।

জলের প্রতি চুনের আসক্তি খুব বেশী। বায়ু হইতে জল শোষণ কবিতা উহা ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয়।  

$$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$$

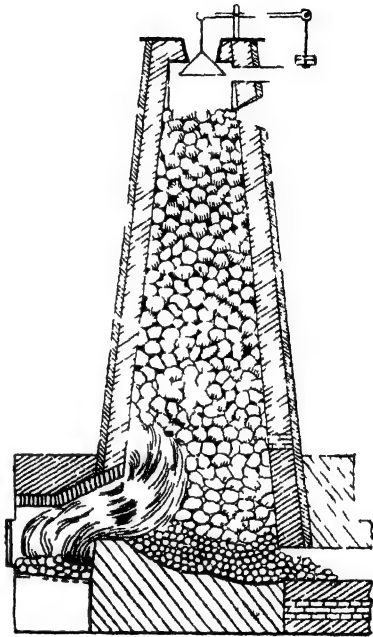
জলে চুনের দ্রাব্যতা খুব বেশী নয়। উহাব জলীয় দ্রবণ অর্থাৎ  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -এব দ্রবণ গীর্জাকার-গুণাত্মক। চুন আসিডের সহিত বিক্রিয়া করে এবং লবণ ও জল উৎপাদন করে।  $\text{CaO} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

৩২-৭। ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড, কলিচুন,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  :-

চুনের সহিত অল্প পরিমাণ জল মিশ্রিত করিলে, চুন উহা ওৎক্ষণাতঃ সশব্দে শোষণ কবিতা লয়। দ্রবীভূত না হইয়াও এইভাবে চুন যথেষ্ট জল শুষিত লইতে পারে। এই প্রক্রিয়ার সময় যথেষ্ট তাপ-উৎসর্গ হয়, চুন আয়তনে অনেকটা বৃদ্ধি পায় এবং অবশেষে বিচূর্ণ অবস্থা প্রাপ্ত হয়। বস্তুতঃ জলের সহিত চুনের রাসায়নিক যোগাযোগ ঘটে।  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$

এই বিচূর্ণ কঠিন ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডকে “কলিচুন” (Slaked-lime) বলা হয়।

কলিচুন একটি তীব্রকার বটে, কিন্তু জলে বিশেষ দ্রবীভূত হয় না। স্মৃত্ত্বায় ২৪—১০.



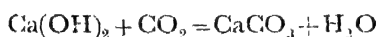
চিত্র ৩০গ—চুনের ভাটি



কলিচুন যদি অতিরিক্ত পরিমাণ জলের সহিত মিশাইয়া রাখা হয়, তবে চুন নীচে থিতাইয়া যায় এবং তাহার উপরে একটি স্বচ্ছ পরিষ্কার ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডের সম্পৃক্ত দ্রবণ পাওয়া যায়। এই স্বচ্ছ দ্রবণটিকে সাধারণতঃ “চুনের জল” (Lime-water) বলা হয়।

কলিচুন যদি সামান্য পরিমাণ জলের সহিত মিশ্রিত করা হয় তবে উহা জলে ভাসমান বা প্রলম্বিত অবস্থায় থাকিয়া ত্বধের মত সাদা একটি মিশ্রণের সৃষ্টি করে, উহাকে “চুন-গোলা” (Milk of lime) বলে।

কলিচুন কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস শোষণ করে এবং উহার দ্বারা ক্যালসিয়াম কার্বনেটে পরিণত হইয়া যায়।



**চুন ও কলিচুনের ব্যবহার**—চুন নানারকম কাজে লাগে। তন্মধ্যে অধিকাংশ চুন ব্যয় হয় কলিচুন প্রস্তুতিতে। নিকদক কপে এবং ধাতু-নিষ্কাশনে বিগালক কপে চুন ব্যবহৃত হয়। “লাইম লাইট”—ভাঙ্গন আলো সৃষ্টিতে চুন প্রয়োজন হয়।

ইট বা পাথরের গাণনিয় মশস্তাতে গর্পণ কলিচুন ব্যবহৃত হয়। চুনকামের জন্তুও কলিচুন প্রয়োজন। সিমেন্ট, কাচ, কংক্রিট, বিবক্ষক, কস্টিক সোডা, ক্যালসিয়াম কার্বাইড প্রভৃতির প্রস্তুতিতে কলিচুন অপরিহার্য। বাজবায়ক হিসাবে এবং জমির নার হিসাবেও কলিচুন ব্যবহৃত হয়।

গাঢ় কস্টিক সোডা দ্রবণের সহিত চুন মিশ্রিত করিয়া বিস্তৃত করিলে যে মিশ্র-পদার্থটি পাওয়া যায় তাহাকে সোডা-লাইম (Soda-lime) বলা হয়; রাসায়নিক বিশ্লেষণে উহা ব্যবহৃত হয়।

**৩২-৮। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড,  $\text{CaCl}_2$  :** বিচূর্ণ চক, চূনাপাথর বা মাবেল পাথরের উপর লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার ফলে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়ার শেষে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণটি অপরিবর্তিত মার্বেল এবং অজ্ঞাত অদ্রব্য বস্তু হইতে ছাঁকিয়া লইয়া গাঢ় করা হয়। অতঃপর ঠাণ্ডা হইলে এই গাঢ় দ্রবণ হইতে  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  কেলাসিত হয়।



ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সোদক ফটকগুলি স্বচ্ছ বর্ণহীন অবস্থায় থাকে। উহার জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়। উত্তাপে এই সোদক ফটকগুলি হইতে ক্রমশঃ

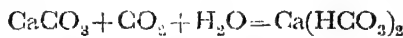
জল বাহির হইয়া যায় এবং অত্যধিক উষ্ণতায় উহারা সম্পূর্ণ অনার্জ্র অনিয়তাকার  $\text{CaCl}_2$ -এ পরিণত হয়। ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড অত্যন্ত উদ্‌গ্ৰাহী এবং বাতাসে রাখিয়া দিলে উহা জল শোষণ করিয়া ধীরে ধীরে দ্রবীভূত হইয়া যায়। এইজন্ত শোষণকারে নিরুদক হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

কোহল ও অ্যামোনিয়াম সহিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড দ্রুত-যৌগিক উৎপাদন করে :—  
 $\text{CaCl}_2 + 4\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 8\text{NH}_3$ । অতএব কোহল বা অ্যামোনিয়া গ্যাসের নিরুদন-কার্যে ইহা ব্যবহার করা সম্ভব নয়।

৩২-৮ ক। ক্যালসিয়াম কার্বনেট,  $\text{CaCO}_3$ । প্রকৃতিতে এত ক্যালসিয়াম কার্বনেট আছে যে উহা প্রস্তুত করার প্রশ্ন উঠে না। চূনাপাথর, চক, মারবেল প্রভৃতি অসংখ্য স্ফটিকাকার ক্যালসিয়াম কার্বনেট।

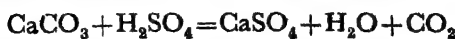
অনেক সময় পর্বতের গুহা বা কন্দরের ভিতরে ছাদ হইতে অতি সূক্ষ্ম স্বচ্ছ স্ফটিকাবার পাথর ঝুলিতে দেখা যায়। ইহাদের Stalactites বলা হয়। আবার কখনও গুহার মেঝে হইতে কোণের আকারে স্ফটিকগুরু উঠিতে দেখা যায়। ইহাদের নাম Stalagmites। ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেট জলে থাকে। সেই জল উড়িয়া গেলে উহা হইতে  $\text{CaClO}_3$  পাইয়া এই সকল সূক্ষ্ম স্ফটিকের স্রাবের স্ফটি হয়।

ক্যালসিয়াম কার্বনেট জলে অদ্রাব্য, কিন্তু  $\text{CO}_2$  সম্পৃক্ত জলে দ্রব হয় এবং ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেটে পরিণত হয়।



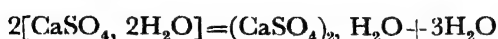
উত্তাপে ক্যালসিয়াম কার্বনেট বিয়োজিত হইয়া চুন ও কার্বন-ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়।  $\text{CaCO}_3$ -এর নানা বকম ব্যবহার আছে। চুন ও  $\text{CO}_2$  প্রস্তুতি তন্মধ্যে প্রধান। প্রাসাদ নির্মাণে, ভাস্কর্য শিল্পে ও নানা রকম বাসনপত্র প্রস্তুতিতে উহা ব্যবহৃত হয়। সিমেন্ট, কাচ, লৌহ, সোডিয়াম কার্বনেট প্রস্তুতিতে চূনাপাথর একান্ত প্রয়োজনীয়। সাদা রং হিসাবে ও দস্তনগুনে চক ব্যবহার হয়।

৩২-৯। ক্যালসিয়াম সালফেট,  $\text{CaSO}_4$  : প্রকৃতিতে জিপসাম,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  এবং অ্যানহাইড্রাইট,  $\text{CaSO}_4$ —এই দুইরকম ক্যালসিয়াম সালফেট দেখা যায়। ল্যাবরেটরীতে চুন বা চকের উপর লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের ক্রিয়ার সাহায্যে ক্যালসিয়াম সালফেট প্রস্তুত করা হয়।



জিপসাম সাদা স্ফটিকাকার পদার্থ, উহা জলে অনতিদ্রবণীয়। উহাকে প্রায়  $২০০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় তাপিত করিলে উহার সমস্ত জল বাষ্পীভূত হইয়া যায় এবং অনার্দ্র ক্যালসিয়াম সালফেট পড়িয়া থাকে।

**প্যারিস-প্লাস্টার**—যদি জিপসামকে  $১১০^{\circ}$ - $১২০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় তাপিত করা হয় তবে উহার অংশিক দূরীভূত হয় এবং  $(\text{CaSO}_4)_2, \text{H}_2\text{O}$  এইরূপ পদার্থে পরিণত হয়।



ইহাকে প্যারিস-প্লাস্টার বলে। ইহার প্রধান গুণ এই যে ইহা সাধারণ উষ্ণতায় সহজেই জল আকষণ বা শোষণ করিয়া কঠিন সিমেন্টের মত অনমনীয় সাদা জিপসামে পরিণত হইয়া যায়। এই জন্য ঢালাইয়ের কাজে, ভাস্কর্যে, যন্ত্র-চিকিৎসকের ব্যাণ্ডেজে এবং সিমেন্ট হিসাবে ইহার বহুল ব্যবহার দেখা যায়। জিপসাম নিরুদিত করাব সময় যেন উহা কোন বিজ্ঞাবক গ্যাসের সংস্পর্শে না আসে তাহা লক্ষ্য রাখিতে হইবে, কারণ তাহা হইলে ক্যালসিয়াম সালফেট বিজারিত হইয়া ক্যালসিয়াম সালফাইডে রূপান্তরিত হইয়া যাইবে।

প্যারিস-প্লাস্টার প্রস্তুত করা ছাড়াও অন্যান্য কাজে জিপসাম ব্যবহৃত হয়। জমিতে সার হিসাবে, কাগজ শিল্পে পরিপূরক (Filler) রূপে, সাধারণ চক পেঙ্কিল হিসাবে যথেষ্ট জিপসাম ব্যবহার করা হয়।

**সিমেন্ট :** পরিদৃত কাদামাটি (Clay) এবং লাইমস্টোন ( $\text{CaCO}_3$ ) একত্র মিশ্রিত করিয়া দীর্ঘসময় চুল্লিতে উত্তপ্ত করিলে উহা কঠিন নাকরে পরিণত হয়। অতিরিক্ত উষ্ণতায় উহাকে পোড়াইয়া বিচর্ণ করিলে সিমেন্ট পাওয়া যায়। সিমেন্ট জলের সংস্পর্শে আসিলেই জল শোষণ করে এবং পাথরের মত শক্ত হইয়া যায়। এই গুণের জন্য ঘরবাড়ী, নল, পুল, রাস্তা প্রভৃতি বহু প্রকার নির্মাণ কার্যে সিমেন্ট ব্যবহৃত হয়। সিমেন্ট প্রধানতঃ ক্যালসিয়াম সিলিকেট ও ক্যালসিয়াম আলুমিনেটের মিশ্রণ। যথা— $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$ ,  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ ,  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ ,  $\text{Ca}_5\text{Al}_6\text{O}_{11}$ , ইত্যাদি।

## অ্যালুমিনিয়াম

চিহ্ন, Al।

পারমাণবিক গুরুত্ব, ২৬.৯৭।

ক্রমাঙ্ক, ১৩।

অ্যালুমিনিয়াম মৌলবস্তুর প্রকৃতিতে থাকে না সত্য, কিন্তু উহার বহুরকমের যৌগ প্রচুর পরিমাণে পৃথিবীতে পাওয়া যায়। বস্তুতঃ, সমস্ত ধাতুর ভিতর অ্যালুমিনিয়ামের পরিমাণই ভূপৃষ্ঠে সর্বাধিক। উহার অধিকাংশই সিলিকেট

হিসাবে মাটিতে বা মাটিপাথরে থাকে। আলুমিনিয়ামের কয়েকটি বিশেষ খনিজের নাম এখানে উল্লিখিত হইল :—

- (১) অক্সাইড : (ক) বক্সাইট (Bauxite),  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$  ✓  
(গ) জিবসাইট (Gibbsite),  $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$  ✓
- (২) ক্রায়োলাইট : ক্রায়োলাইট (Cryolite),  $Na_3AlF_6$ .
- (৩) সালফেট : আলুনাইট (Alunite),  $Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 4Al(OH)_3$
- (৪) সিলিকেট : (ক) ফেল্ডস্পার (Feldspar),  $KAlSi_3O_8$   
(খ) ক্যাওলিন (Kaolin),  $H_4Al_2Si_2O_9$  ইত্যাদি।

বর্তমানে অবশ্য প্রচুর আলুমিনিয়াম ধাতু প্রস্তুত করা হয় এবং নানা কাজে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু উহার উৎপাদনপ্রণালী খুব বৈদ্যুতিক পুরাতন নয়। পৃথিবীর অধিকাংশ আলুমিনিয়ামই সিলিকেট অবস্থায় থাকে এবং আলুমিনিয়াম সিলিকেট হইতে ধাতুটি উৎপাদন করা খুবই কষ্টকর এবং ব্যয়সাধ্য। আলুমিনিয়ামের আর একটি প্রশস্ত আকরিক বক্সাইট, উহাতে আলুমিনিয়াম অক্সাইড থাকে। কিন্তু অধিক উষ্ণতাতেও কার্বন দ্বারা উহাকে সহজে বিজারিত করা যায় না। ইহা ছাড়া, আলুমিনিয়াম অক্সাইড উত্তপ্ত করিলে উল ভাঙে হইয়া উঠে, গলে না এবং উহা বিদ্যুৎ-অপরিবাহী। এইজন্য সোজাহুজি আলুমিনিয়াম অক্সাইডের তড়িৎ-বিশ্লেষণও সম্ভব হয় না। এই সকল অসুবিধার জন্য বর্তমান পর্যন্ত আলুমিনিয়াম ধাতু মোটেই সহজলভ্য ছিল না।

১৮৮৬ সালে হল (Hall) এবং হেরোল্ট (Heroult) উভয়েই দেখিতে পান যে বক্সাইট গলে না এবং বিদ্যুৎ-পরিবাহীও নয়, কিন্তু বক্সাইট গলিত ক্রায়োলাইটে দ্রবীভূত হয় এবং এই দ্রবণের যথেষ্ট বিদ্যুৎ-পরিবাহিতা আছে। গলিত ক্রায়োলাইটে বক্সাইট দ্রবীভূত করিয়া যদি উহাতে বিদ্যুৎ-প্রবাহ দেওয়া যায় তাহা হইলে বক্সাইট বিযোজিত হইয়া যায় এবং ক্যাথোডে আলুমিনিয়াম পাওয়া যায়। এই আবিষ্কারের ফলেই প্রচুর পরিমাণে আলুমিনিয়াম প্রস্তুত করা সম্ভব হইয়াছে।

**৩২-১০। আলুমিনিয়াম প্রস্তুতি :** বর্তমানে সমস্ত আলুমিনিয়ামই বক্সাইট হইতে তড়িৎবিশ্লেষণ দ্বারা প্রস্তুত করা হয়। বক্সাইটের ভিতর আলুমিনিয়াম অক্সাইড সাধারণতঃ ৫০-৬০% ভাগ মাত্র থাকে। ইহার সহিত প্রধানতঃ আয়রন অক্সাইড ( $Fe_2O_3$ ) ও সিলিকা ( $SiO_2$ ) মিশ্রিত থাকে। তড়িৎ-বিশ্লেষণ করার পূর্বে বক্সাইট হইতে বিশুদ্ধতর আলুমিনিয়াম অক্সাইড বা আলুমিনা ( $Al_2O_3$ ) তৈয়ারী করিয়া লওয়া প্রয়োজন। বিশুদ্ধ আলুমিনাকে

অতঃপর গলিত ক্রায়োলাইটে দ্রবীভূত করিয়া তড়িৎ-বিশ্লেষিত করা হয়। প্রয়োজন-বোধে উৎপন্ন অ্যালুমিনিয়ামের পুনরায় তড়িৎ-বিশোধন [ Electro-refining ] করা হয় :—

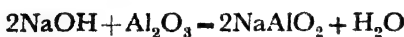
অ্যালুমিনিয়ামের উৎপাদন-পদ্ধতিটি এইভাবে তিনটি প্রক্রিয়ার সাহায্যে সম্পাদিত হয় :—

- (১) বক্সাইট হইতে শুদ্ধতর অ্যালুমিনা প্রস্তুতি,
- (২) অ্যালুমিনার তড়িৎ-বিশ্লেষণ, এবং
- (৩) উৎপন্ন অ্যালুমিনিয়ামের তড়িৎ-বিশোধন।

এই প্রক্রিয়াগুলির জন্য অ্যালুমিনিয়াম-উৎপাদন-শিল্পে নিম্নলিখিত উপাদান-সমূহ প্রয়োজন হয় :—

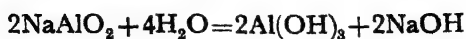
(১) বক্সাইট ( $Al_2O_3, 2H_2O$ ), (২) কঠিক সোডা বা সোডিয়াম কার্বনেট, (৩) ক্রায়োলাইট ( $Na_3AlF_6$ ), (৪) ফ্লুয়োস্পার ( $CaF_2$ ), (৫) কোক (কার্বন)।

(১) **বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা প্রস্তুতি**—আজকাল সাধারণতঃ যে সকল বক্সাইটে সিলিকার পরিমাণ কম তাহাই ব্যবহৃত হয়। বিচূর্ণ অবস্থায় বক্সাইটকে একটি অটোক্লেভে (autoclave) প্রায় ছয় আটমস্ফিয়ার চাপ এবং  $১৫০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় গাঢ় কঠিক সোডা দ্রবণের সহিত উত্তপ্ত করা হয়। ইহাতে সমস্ত অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড কঠিক সোডার সহিত বিক্রিয়ার ফলে সোডিয়াম অ্যালুমিনেটে পরিণত হয় এবং দ্রবীভূত হইয়া যায়। থানিকটা সিলিকাও সোডিয়াম সিলিকেট রূপে দ্রবীভূত হয়। কিন্তু আয়রন অক্সাইডের কোন পরিবর্তন হয় না।

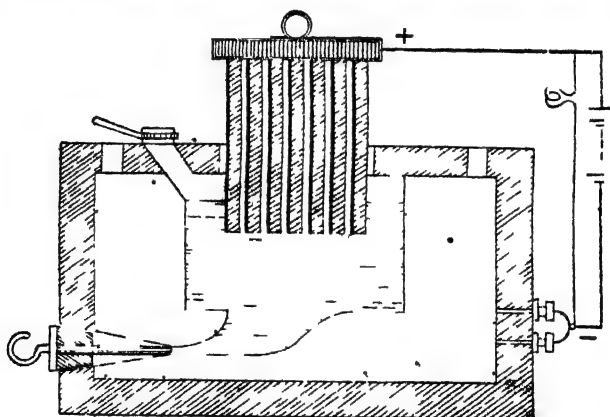


সোডিয়াম অ্যালুমিনেট ইত্যাদির দ্রবণটিতে কিছু জল মিশাইয়া উহাকে লঘু করিয়া, অদ্রবণীয়  $Fe_2O_3$  হইতে ছাঁকিয়া লওয়া হয়। অতঃপর দ্রবণটিতে অল্প-পরিমাণ সত্ত্ব-প্রস্তুত  $\beta$ -অ্যালুমিনা [ $Al(OH)_3$ ] দেওয়া হয় এবং সমস্ত দ্রবণটি ক্ষত আলোড়িত করা হয়। এই প্রক্রিয়াতে সোডিয়াম অ্যালুমিনেট আর্দ্রবিশ্লেষিত হইয়া যায় এবং সমস্ত অ্যালুমিনিয়ামটুকু অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড

রূপে অধঃক্ষিপ্ত হইয়া পড়ে। অধঃক্ষিপ্তটী ছাঁকিয়া লইয়া বিস্কক করা হয় এবং পবে অতিরিক্ত উত্তাপে দহন করা হয় (ignited)। অঙ্গ বিদূষিত হইয়া উহা শুদ্ধতর অ্যালুমিনাতে পরিণত হয়।



(২) তড়িৎ-বিলেপন—অতঃপর ইস্পাতের তৈয়াবী ছোট ছোট লোহাব ট্যাকে বিস্কক অ্যালুমিনাব তড়িৎ-বিলেপন করা হয়। ট্যাকে অব্যস্তবে উহাব দেওয়াল ও মেঝে প্রায় ১' ফুট পুরু গ্র্যাফাইট কার্বন দ্বাবা আবৃত থাকে। এই গ্র্যাফাইটই তড়িৎ-বিলেপনের ক্যাথোডেব কাজ কবে। আব এক সাবি গ্র্যাফাইট দণ্ড উপব হইতে ট্যাকেব মধ্যে ঝুলাইয়া দেওয়া হয়। ইহাবা অ্যানোড হিসাবে ব্যবহৃত হয়। ট্যাকেব ভিতবে বিচূর্ণ ক্রায়োলাইট লইয়া বিদ্যুৎ-ক্ষুলিঙ্গেব

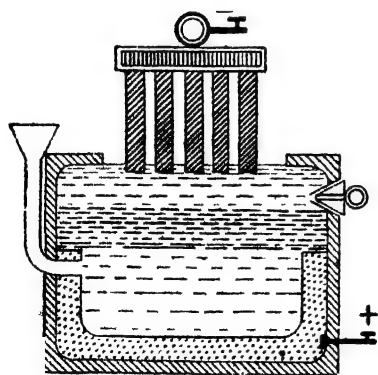
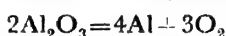


চিত্র ৩২৪—অ্যালুমিনিয়াম প্রস্তুতি

সাহায্যে উহাকে গলান হয় এবং তৎপব গলিত ক্রায়োলাইটের ভিতর দিবা বিদ্যুৎ-প্রবাহ বাইতে থাকে। এইভাবে উহাকে তরলিত অবস্থায় প্রায় ২০০° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় রাখা হয়। অতঃপর গলিত ক্রায়োলাইটে অ্যালুমিনা-চূর্ণ দেওয়া হয়। উহা দ্রবীভূত হইয়া যায়। ইহার সহিত অঙ্গ পবিমাণে ফ্লুরোস্পারও দেওয়া হয়। ফ্লুরোস্পার দিলে মিশ্রণটির সান্দ্রতা কমিয়া তরলতা বৃদ্ধি পায়। মিশ্রণটিতে উপাদানগুলির অল্পপাত—ক্রায়োলাইট : অ্যালুমিনা : ফ্লুরোস্পার = ৮০ : ২০ : ১। অ্যানোড ও ক্যাথোড যথাবীতি ব্যাটারীর সহিত

জুড়িয়া দিলে বিদ্যুৎ-প্রবাহ পরিচালিত হয় এবং ক্যাথোডে অ্যালুমিনিয়াম সঞ্চিত হয়। তরল অবস্থায় উহা গলিত ক্রায়োলাইটের নীচে জমিতে থাকে এবং প্রয়োজনমত নীচের দিকের একটি নির্গম-নল সাহায্যে বাহির করিয়া লওয়া হয়। বিশ্লেষণের ফলে আনোডে অক্সিজেন উৎপন্ন হয় এবং সেল হইতে বাহির হইয়া যায়। অধিক উষ্ণতার জন্ত এই অক্সিজেন আনোডের গ্রাফাইটকেও আক্রমণ করে। আনোডের অপচর নিবারণের জন্ত গলিত ক্রায়োলাইটের উপর বিচূর্ণ কোক ছড়াইয়া দেওয়া হয়। ইহার ফলে আনোডের পরিবর্তে অক্সিজেনে কোকচূর্ণই জলে। তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে ক্রমশঃ অ্যালুমিনার পরিমাণ কমিয়া আসিতে থাকে এবং গলিত মিশ্রণটির বিদ্যুৎ-পরিবাহিতাও কমিয়া যায়। ব্যাটারীর সহিত এই সেল যুক্ত করার সময় থানিকটা বিদ্যুৎ-প্রবাহ একটি বালবের ভিতর দিয়া যাওয়ার ব্যবস্থা করা হয়। যখন ক্রায়োলাইট-মিশ্রণের বিদ্যুৎবাহিতা কমিয়া যায় তখন অধিকতর বিদ্যুৎ-প্রবাহ বালবের ভিতর দিয়া গিয়া উহাকে প্রজ্জ্বলিত করিয়া দেয়। ইহা ট্যাকের ভিতরের বিক্রিয়ার সমাপ্তি নির্দেশ করে। তখন আরও অ্যালুমিনা-চূর্ণ দেওয়া হয় এবং তড়িৎ-বিশ্লেষণটি অবিরাম চলিতে থাকে (চিত্র ৩২ঘ)।

বিশ্লেষণের ফলে ফ্লুয়োস্পার বা ক্রায়োলাইটের কোন রূপান্তর ঘটে না, কিন্তু অ্যালুমিনা বিবোজিত হইয়া অক্সিজেন ও অ্যালুমিনিয়াম উৎপন্ন হয়।



চিত্র ৩২ঙ—হুপ-পদ্ধতিতে অ্যালুমিনিয়াম বিশোধন

### (৩) অ্যালুমিনিয়ামের

তড়িৎ-বিশোধন [ হুপ-পদ্ধতি, **Hoope's Process** ]—বক্সাইটের

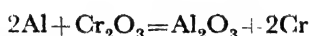
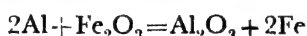
তড়িৎ-বিশ্লেষণে যে অ্যালুমিনিয়াম পাওয়া যায়, উহা সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ নহে। এইজন্য উহাকে বিশোধিত করা হয়। উৎপন্ন অ্যালুমিনিয়াম গলিত অবস্থাতেই আর একটি সেলে লইয়া যাওয়া হয়। এই সেলে  $\text{NaF}$ ,  $\text{BaF}_2$  এবং  $\text{AlF}_3$ -এর একটি মিশ্রণ গলিত অবস্থায়

থাকে। উহার উপরে কয়েকটি গ্রাফাইট দণ্ড ক্যাথোড হিসাবে রাখা হয় এবং

নীচে অবিস্কৃত গলিত অ্যালুমিনিয়াম অ্যানোডের কাজ করে। বিদ্যুৎ-প্রবাহ পরিচালিত করিলে অ্যানোড হইতে অ্যালুমিনিয়াম আয়নিত হইয়া দ্রবীভূত হইতে থাকে এবং সম-পরিমাণ বিস্কৃত অ্যালুমিনিয়াম মিশ্রণ হইতে ক্যাথোডে উৎপন্ন হয়। ক্যাথোড হইতে বিস্কৃত অ্যালুমিনিয়াম সংগ্রহ করা হয়।

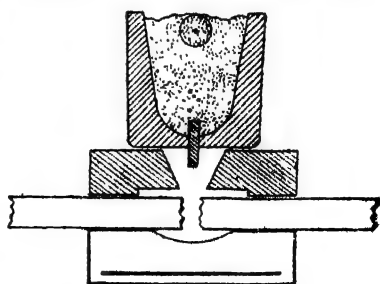
**৩২-১১। অ্যালুমিনিয়ামের ধর্ম—**(ক) অ্যালুমিনিয়ামের রং সাদা কিন্তু উহার একটি ঈষৎ-নীলাভ ছাতি আছে। ধাতুটি অত্যন্ত হালকা, ইহার ঘনত্ব মাত্র ২.৭। অ্যালুমিনিয়াম  $৬৫৮^{\circ}$  সেন্টিগ্রেডে গলে। অ্যালুমিনিয়ামের ঘাতসহতা, প্রসার্যতা ও বিদ্যুৎ-পরিবাহিতা বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

(খ) শুষ্ক বাতাসে ধাতুটির কোন পরিবর্তন হয় না। কিন্তু আর্দ্র বাতাসে রাখিয়া দিলে অ্যালুমিনিয়ামের উপর একটি খুব পাতলা অক্সাইডের আবরণ পড়ে। সাধারণ অবস্থায় বাতাস ও অক্সিজেন দ্বারা আক্রান্ত না হইলেও, অধিকতর উষ্ণতায় অ্যালুমিনিয়াম অক্সিজেন দ্বারা খুব সহজেই জারিত হয়। এমন কি, উত্তপ্ত অবস্থায় অ্যালুমিনিয়ামের অক্সিজেন-আসক্তি এত বেশী যে উহা অগ্নি ধাতব অক্সাইডকেও বিজারিত করিয়া দেয়। যথা :—



এইভাবে ধাতব অক্সাইডকে অ্যালুমিনিয়াম-চূর্ণের সহিত উত্তপ্ত করিয়া কোন কোন ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। এই প্রণালীকে থারমাইট পদ্ধতি [Thermite Process] বলে।

(গ) **থারমাইট পদ্ধতি—**অগ্নিসহ-যুতিকায় তৈয়ারী একটি গর্পরে ধাতব অক্সাইড ( $Fe_2O_3$ ) ও অ্যালুমিনিয়াম-চূর্ণের মিশ্রণ লওয়া হয়। মিশ্রণের উপরে মধ্যস্থলে একটুখানি  $KClO_3$ ,  $BaO_2$  (জারক দ্রব্য) ও ম্যাগনেসিয়াম রাখিয়া তাহাতে আগুন ধরাইয়া দেওয়া হয়। ম্যাগনেসিয়াম জলিয়া মিশ্রণটিকে অত্যন্ত তাপিত করিয়া দেয়। ফলে উত্তপ্ত অ্যালুমিনিয়াম বিস্ফোরণ সহকারে অক্সাইডকে বিজারিত করিয়া ধাতুতে পরিণত করে

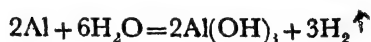


চিত্র ৩২৮—থারমাইট পদ্ধতি



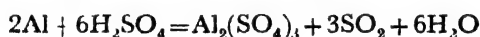
যথেষ্ট উষ্ণতা থাকার জন্য উৎপন্ন ধাতু (লৌহ) গলিত অবস্থায় ধর্মপরের নীচে জড় হয় এবং একটি ছিদ্রপথে বাহির হইতে থাকে। কোন ভাঙা যন্ত্র বা রেল প্রভৃতি নির্দিষ্ট স্থানে বাধিয়াই উহাকে গলিত ধাতু দ্বারা এইভাবে মেবামত করা সম্ভব (চিত্র ৩২৮)।

(ঘ) অ্যালুমিনিয়াম সাধারণ অবস্থায় জলের সহিত কোন ক্রিয়া করে না। কিন্তু পান-সহযোগে জলে দিলে উহা একটি বৈদ্যুতিক সেলে পরিণত হয় এবং সেই অবস্থায় সহজেই জল হইতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে :—



(ঙ) লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত অ্যালুমিনিয়াম বিক্রিয়া করে ও হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয়, কিন্তু লঘু নাইট্রিক বা সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উহা কোন বিক্রিয়া ঘটে না।  $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$

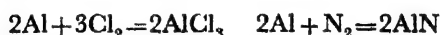
(চ) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত অ্যালুমিনিয়াম উত্তপ্ত করিলে, উহা হইতে সালফার ডাই-অক্সাইড পাওয়া যায় :—



(ছ) গাঢ় কঠিক সোডা বা পটাস দ্রবণের সহিত অ্যালুমিনিয়াম তাপিত করিলে হাইড্রোজেন এবং অ্যালুমিনেট লবণ পাওয়া যায়।



(জ) হ্যালোজেন দ্বারা অ্যালুমিনিয়াম সোজাশুষ্কী আক্রান্ত হয় এবং নাইট্রোজেন গ্যাসে অ্যালুমিনিয়াম উত্তপ্ত করিলে উহা নাইট্রাইড পাওয়া যায়।



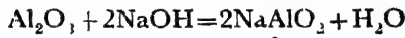
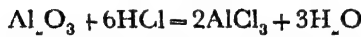
**অ্যালুমিনিয়ামের ব্যবহার**—বর্তমান যুগে নানারকম এরোজেনে প্রচুর অ্যালুমিনিয়াম ব্যবহৃত হয়। উহার কয়েকটি ব্যবহার এখানে উল্লেখ করা হইল :—

- (১) এরোজেন ইত্যাদি প্রস্তুতিতে, (২) বৈদ্যুতিক “ক্যাবল” (Cable) হিসাবে, (৩) পুল, সিঁড়ি প্রভৃতির নির্মাণকার্যে, (৪) বাসনপত্র, চেয়ার, বাস ইত্যাদি তৈয়ারী করিতে, (৫) বঙ হিসাবে (অ্যালুমিনিয়াম-চূর্ণ ও তিসির তৈল), (৬) ধারমাইট বোমা, অ্যামোনিয়াম (Ammonal,  $\text{Al} + \text{NH}_4\text{NO}_3$ ) প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে, ইত্যাদি। সানান্ত  $\text{Mg}$ ,  $\text{Mn}$  এবং  $\text{Cu}$  মিশ্রিত অ্যালুমিনিয়ামের ধাতুসম্মিশ্রকে “ডিউরালুমিন” (Duralumina) বলে। এরোজেনে প্রস্তুতিতে ইহা বহুল ব্যবহৃত।

৩২-১২। অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড বা অ্যালুমিনা,  $Al_2O_3$  : প্রকৃতিতে বিভিন্ন খনিজরূপে ( বক্সাইট, জিবসাইট, প্রভৃতি ) অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড পাওয়া যায়। ইহা ছাড়া, বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডও স্বচ্ছ বর্ণহীন ফটিকাকারে পৃথিবীতে পাওয়া যায়, উহাদিগকে ‘কোবাণ্ডাম’ [Corundum] বলে। চুণী, পান্না, পোখবাজ, নীলা প্রভৃতি মূল্যবান পাথরসমূহও বস্তুতঃ কোবাণ্ডাম, কেবল স্বল্প পরিমাণে উহাতে বিভিন্ন অক্সাইড দ্রবীভূত থাকে বলিয়া উহাদেব বিভিন্ন রঙ হইয়া থাকে। ‘এমার্বি’ (Emerv) নামে অস্বচ্ছ এবং অত্যন্ত শক্ত অ্যালুমিনাও প্রকৃতিতে পাওয়া যায়।

সর্বত্রই বক্সাইট হইতে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়। এই প্রস্তুতি-প্রণালীট পূর্বেই আলোচিত হইয়াছে।

অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডেব রঙ সাদা। উহা জলে অদ্রবণীয় উভধর্মী অক্সাইড। অ্যাসিডেব সহিত বিক্রিয়ার ফলে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড লবণ ও জল উৎপাদন ক'ব, আবার কষ্টিকসোডা বা পটাসেব সহিত গলাইলেও উহা অ্যালুমিনেট লবণ ও জল উৎপন্ন ক'বে।

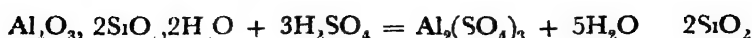


অ্যালুমিনা অ্যালুমিনিয়াম প্রস্তুতিতেই সর্বাধিক প্রয়োজন। তাহা ছাড়া অ্যালাম ( ফটিকবি ) ও অন্যান্য অ্যালুমিনিয়ামেব লবণ প্রস্তুতিতে ইহা প্রয়োজন। “এমার্বি” অত্যন্ত শক্ত বলিয়া পালিশেব কাজে লাগে। চুণী, পান্না প্রভৃতি মূল্যবান পাথব অলঙ্কার ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়। অ্যালুমিনােব সহিত অন্যান্য অক্সাইড স্বল্প পরিমাণে মিশ্রিত কবিয়া বৈদ্যুতিক শিখাতে গলাইয়া অজকাল কৃত্রিম জহবৎ প্রস্তুত করা হয়।

৩২-১৩। অ্যালুমিনিয়াম সালফেট,  $Al_2(SO_4)_3$  : বক্সাইটের উপর লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডেব ক্রিয়ােব সাহায্যে অ্যালুমিনিয়াম সালফেট প্রস্তুত করা হয়। উৎপন্ন অ্যালুমিনিয়াম সালফেট দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। দ্রবণটি ছাঁকিয়া লইয়া গাঢ় কবিলে উহা হইতে  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  কেলাসিত হয়।

$$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

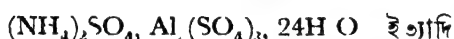
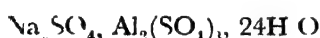
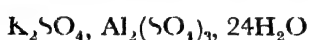
ক্যাওলিন গাট সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত দীর্ঘকাল ফুটাইলে অ্যালুমিনিয়াম সালফেট পাওয়া যায় :—



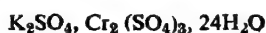
অ্যালুমিনিয়াম সালফেট জলে দ্রবণীয়। উহা নানাবকম সালফেটের সহিত যুক্ত হইয়া দ্বিধাতুক লবণ উৎপাদন করিতে পারে।

জল পৰিষ্করণে এবং বজ্রনশিল্পে রাগবন্ধক (mordant) রূপে ইহা প্রচুর ব্যবহৃত হয়।

**৩২-১৪। অ্যালাম বা ফটকিরি (Alums) :** অ্যালুমিনিয়াম সালফেটের সহিত একযোজী বাতুব সালফেট-সমূহ একত্র হইয়া দ্বিধাতুক লবণ উৎপন্ন করে এবং এই সকল যুগ্ম সালফেট লবণগুলি সবদা ২৪টি জলের অণু সহ ফটিকাকারে কলাসিত হয় যথা :—

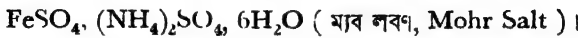
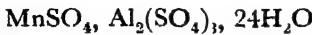


অর্থাৎ, এই সকল দ্বিধাতুক সালফেট ফটিকের সঙ্কেত  $\text{R}_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}$  দেওয়া যাইতে পারে। ‘R’ এখানে যে কোন একযোজী বাতুব অণু বা ‘ $\text{NH}_4$ ’ যোগমূলক হইতে পারে। এই সমস্ত দ্বিধাতুক লবণের সঙ্কেতই শুধু একবকম নয় উহা বা আবাব সবদাই ২৪টি জলের অণু সহ কলাসিত হয় এবং এই দ্বিধাতুক লবণ-সমূহ সমাকৃতি-সম্পন্ন (isomorphous)। এমন কি, যদি  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  এবং পরিবর্তে অন্য কোন ত্রিযোজী বাতুব সালফেট একযোজী বাতুব সালফেট সহ যুগ্ম-লবণ উৎপাদন করে, উহাও ২৪টি জলের অণু সহ পুৰ্বোক্ত লবণের সমাকৃতি সম্পন্ন ফটিকাকারে কলাসিত হয়। যথা :—



এইরূপ একযোজী এবং ত্রিযোজী দুইটি ধাতুব সালফেট মিলিয়া যখন ২৪টি জলের অণু সহ দ্বিধাতুক লবণ হিসাবে কলাসিত হয়, উহাকে অ্যালাম বা ফটকিরি বলা হয়। সাধারণ ফটকিরি বলিতে পটাসিয়াম অ্যালুমিনিয়াম সালফেট বুঝায়,  $\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}$ ।

এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন, দ্বিযোজী বা অণু কোন যোজ্যতাসম্পন্ন ধাতুব সালফেটের সহিত যদি কোন দ্বিধাতুক লবণ উৎপন্ন হয়, তবে উহা বা কটকিরির সহিত সমাকৃতি-সম্পন্ন হয় না এবং উহাদের আসল কটকিবি বলিয়া ধরা হয় না। উহাদের ক্ষটিকে ২৭টি জলের অণু থাকিতেও পাবে, নাও পাবে, যথা :—



**পটাস-অ্যালাম ( সাধারণ কটকিরি ), পটাসিয়াম-অ্যালুমিনিয়াম সালফেট,  $\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}$  :**

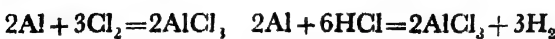
অ্যালুমিনিয়াম সালফেটের দ্রবণে প্রয়োজনানুসারে পটাসিয়াম সালফেট মিশ্রিত কবিয়া লইয়া মিশ্রণটি গাঢ় করা হয়। শীতলাবস্থায় উহা হইতে দ্বিধাতুক সালফেট লবণ কেলাসিত হয়। এই অ্যালুমিনিয়াম সালফেট প্রকৃতিজাত বক্সাইট বা অ্যালুনাট পনিজ হইতে প্রথমে তৈয়াবী করিয়া লওয়া হয়।

বজ্রনশিল, চামড়া প্রস্তুতি, জল পরিষ্করণ ও ঔষধে ইহা প্রচুর ব্যবহৃত হয়।

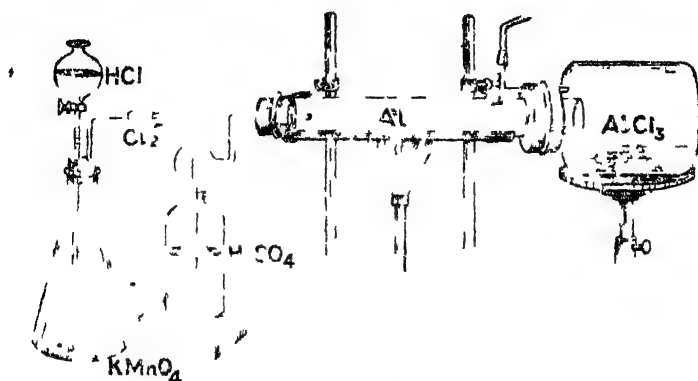
নদী বা পৃথিবীর জল হঠাৎ প্রলম্বিত বায়ু-মাটি প্রভৃতি সহজে বিগঠিয়া লওয়ার ক্ষমতা কটকিরি ব্যবহার করা হয়।

বজ্রনশিলে সব বড় স্ত্যাব উপব স্থায্য হয় না। রঙেব স্থায়িত্ব প্রদান করিতে হইলে বস্ত্র বা স্ত্যাক প্রথমে অ্যালাম বা অণু কোন অ্যালুমিনিয়াম লবণের দ্রবণে সিজ করায়া লওয়া হয়। তারপব উহাতে সোডাব লব দ্রবণ বা স্টীম দিলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড স্ত্যার অভ্যন্তবে উৎপন্ন হয়। অত পর বস্ত্র বা স্ত্যাব বড়ের ভিতর দিলে বড়টি অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত যুক্ত হইয়া পাঁকা বড় পরিণত হয়। এট প্রণালীকে সচরাচর 'মর্ডান্টিং' (mordanting) বা বাগবন্ধন বলা হয়।

✓ ৩২-১৫। **অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড,  $\text{AlCl}_3$  :** একটি কাচেব নলে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু তর্পিত কবিয়া উহাব উপব দিয়া শুষ্ক হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস বা ক্লোবিন-বাষ্প পবিচালিত কবিলেই অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়। অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড উদ্বায়িত হইয়া বায়ু এবং উহাকে একটি শীতল গ্রাহকে সংগ্রহ করিয়া লওয়া হয়।



লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডেও অ্যালুমিনিয়াম বা অ্যালুমিনা দ্রবীভূত হইয়া অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডে পরিণত হয়। এই দ্রবণটি গাঢ় করিয়া শীতল করিলে,



চিত্র ৩৮ AlCl<sub>3</sub> প্রস্তুতি

AlCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O স্ফটিক বেশি পাইয়া যায়। যদিও স্ফটিক তপিত বদিয়া অনাড় AlCl<sub>3</sub> প্রাপ্ত হয়। প্রাপ্ত পদার্থ বাষ্পন করে। অর্থাৎ অতি সহজেই হঠাৎ যায়।



অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ৩৮, অত্যন্ত উদ্‌গাহী, স্ফটিকাবাব পদার্থ। জলে হইতে অত্যন্ত দ্রবণীয়। জৈব দ্রবণীয় পদার্থের সংজ্ঞা অনুযায়ী AlCl<sub>3</sub> ব্যবহার হয়। পেট্রোলিয়াম পবিত্রকরণ ও ইত্যাদি ব্যবহার আছে।

## ত্রয়োদশ অধ্যায়

### জিঙ্ক

#### জিঙ্ক (দস্তা)

জিঙ্ক, Zn

পারমাণবিক সংকত, ৭৫.৩৮

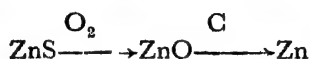
ক্রমাঙ্ক, ৩০।

প্রকৃতিতে জিঙ্ক মোলাবস্থায় থাকে না। সমস্ত জিঙ্কই যৌগরূপে পাওয়া যায়।

উহাব কয়েকটি প্রধান আকরিকের নাম :—

- (১) জিঙ্ক-ব্লেন্ড (Zinc Blende), ZnS
- (২) জিঙ্কাইট (Zincite), ZnO ; ফ্র্যাঙ্কলিনাইট (Franklinite), ZnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- (৩) ক্যালামাইন (Calamine), ZnCO<sub>3</sub>

৩৩-১। জিঙ্ক—উহার সালফাইড আকরিক (জিঙ্ক-ব্লেন্ড) হইতেই প্রায় সমস্ত জিঙ্ক উৎপাদন করা হয়। জিঙ্ক-ব্লেন্ডকে প্রথমে তাপ-জারিত করিয়া জিঙ্ক-অক্সাইডে পরিণত করা হয় এবং পরে অধিকতর উষ্ণতার জিঙ্ক-অক্সাইডকে কার্বনের সাহায্যে বিজারিত করিলে জিঙ্ক-ধাতু পাওয়া যায়। সাধারণতঃ সমস্ত সালফাইড আকরিক হইতে ধাতু-নিষ্কাশনের ইহাই প্রশস্ত উপায়।



অতএব জিঙ্ক প্রস্তুতিতে পাঁচামাণ হিসাবে প্রয়োজন :—

(১) জিঙ্ক ব্লেন্ড, (২) কোক (কার্বন)।

সমস্ত পদ্ধতিটি মোটামুটি দু'বিটি প্রক্রিয়াতে বিভক্ত :—

(ক) আকরিকের ঘাটীবরণ (concentration)।

(খ) তাপজারণ দ্বারা জিঙ্ক-অক্সাইড উৎপাদন।

(গ) তাপজারণ দ্বারা ধাতু উৎপাদন।

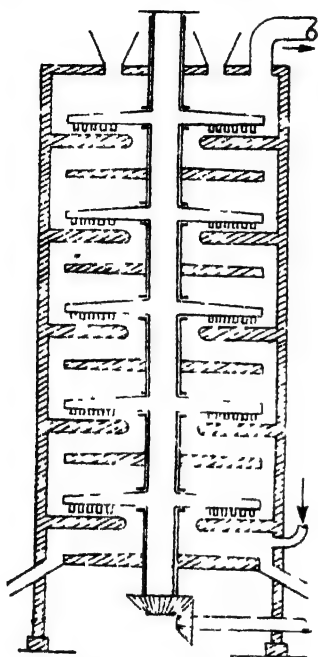
(ঘ) উৎপন্ন জিঙ্ক-সালফাইডের বিশোধন।

(১) গাঢ়ীকরণ—জিঙ্ক ব্লেন্ডের দ্রবিত জিঙ্ক সালফাইড চাউ। আরও অনেক আবর্জনা মিশ্রিত থাকে। এত সকল অপদ্রব্য প্রথমে যথাসম্ভব দূরীভূত করিয়া লওয়া হয়। এই উদ্দেশ্যে পনিদ্রুটিতে চূর্ণ করিয়া জল ও অল্প পরিমাণ তেলের সহিত মিশ্রিত করা হয়। এই মিশ্রণের ভিতর দিয়া বায়ু পরিচালিত করিলে, তেল-জলের উত্তমরূপে মিশ্রণের ফলে উহাব উপরে ফেনা উৎপন্ন হয়। সালফাইড-চূর্ণ এই ফেনাতে ভাসিয়া ওঠে, কিন্তু মাটি, বাণু প্রভৃতি অশুদ্ধ অপদ্রব্য জলের নীচে পতিত হয়। উপরের ফেনা হইতে সালফাইড সংগ্রহ করা হয়। সাধারণতঃ পাইন তেল এই কাজে ব্যবহৃত হয়, উহাব সঙ্গে কখনও জ্যান্থেট (Xanthate) যোগও দেওয়া হয়।

(২) তাপ-জারণ (Roasting)—গাঢ় জিঙ্ক-ব্লেন্ডকে অতঃপর বায়ুপ্রবাহে তাপিত করিয়া জিঙ্ক-অক্সাইডে পরিণত করা হয়। এই প্রক্রিয়াটি সাধারণতঃ একটি হেবসফ চুল্লীতে সম্পাদিত হয়।

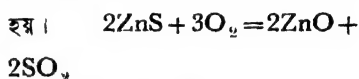
৩৩-ক চিত্র হইতে হেবসফ চুল্লীর একটি মোটামুটি আভাস পাওয়া যাইবে। চুল্লীটি একটি উঁচু গোলাকার ড্রামের মত। ইম্পাতের তৈয়ারী হইলেও উহার দেওয়ালের অভ্যন্তর অগ্নিসহ-ইষ্টকের দ্বারা আবৃত। চুল্লীর ভিতরে অনেকগুলি

অগ্নিসহ-ইটের তৈয়ারী তাক আছে। চুল্লীর উপরে দুইটি প্রবেশ-দ্বার আছে। ইহাদের ভিতর দিয়া গাঢ় জিঙ্ক-রেণু চুল্লীর মধ্যে দেওয়া হয়। চুল্লীটির ঠিক



চিত্র ৩০ক—হোরসক চুল্লী

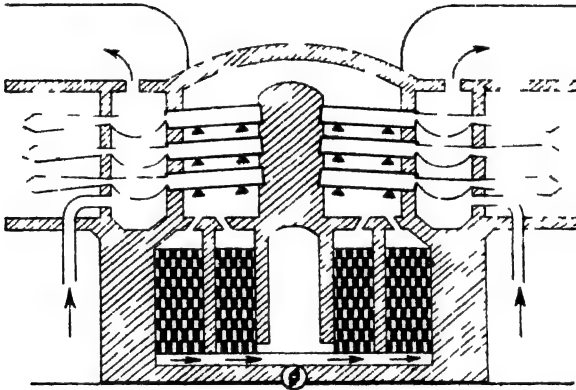
মধ্যস্থলে একটি খাড়া দণ্ড আছে। এই দণ্ড হইতে বাহ্যর অনুরূপ অনেকগুলি আলোড়ক বাহির হইয়াছে। মধ্যস্থিত দণ্ডটি বাহির হইতে সর্বদা আস্তে আস্তে ঘুরান হয়। কলে আলোড়ক-বাহগুলি বিভিন্ন তাকের জিঙ্ক-সালফাইডকে ধীরে ধীরে উপর হইতে নীচের দিকে পরিচালিত করিয়া দেয়। চুল্লীর নীচের দিকে একটি নলের সাহায্যে উহার ভিতরে উত্তপ্ত বায়ু-প্রবাহ পরিচালিত করা হয়। এই উত্তপ্ত বায়ুর দ্বারা জিঙ্ক-সালফাইড জারিত হইয়া জিঙ্ক-অক্সাইডে পরিণত হয় এবং চুল্লীর নীচে আসিয়া সঞ্চিত হয়।



(৩) জিঙ্ক-অক্সাইডের বিজারণ—অতঃপর জিঙ্ক-অক্সাইডের সহিত উহার এক-চতুর্থাংশ পরিমাণ ওজনের বিচূর্ণ কোক মিশ্রিত করিয়া উহাকে ছোট ছোট বকযন্ত্রে ভাপিত করা হয়। জিঙ্ক-অক্সাইড বিজারিত হইয়া জিঙ্ক-ধাতুতে পরিণত হয়।  $\text{ZnO} + \text{C} = \text{Zn} + \text{CO}$

একটি বিশেষ রকমের চুল্লীতে এই প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন করা হয়। প্রত্যেকটি চুল্লীতে অগ্নিসহ যন্ত্রিকার তৈয়ারী ছোট ছোট প্রায় বাটটি বকযন্ত্রে জিঙ্ক-অক্সাইড ও কোকের মিশ্রণ লওয়া হয়। এক একটি বকযন্ত্রে প্রায় আধমণ মিশ্রণ থাকে। চুল্লীর ভিতরে এই মাটির বকযন্ত্রগুলি উপর হইতে নীচে তিনটি সারিতে এমনভাবে রাখা হয় যাহাতে প্রত্যেকটি বকযন্ত্রের মুখের দিকটি সামান্য ঢালু অবস্থায় চুল্লীর বাহিরের দিকে থাকে। সমস্ত চুল্লীটি আবৃত থাকে এবং নীচ হইতে গ্যাস-আলানীর সাহায্যে বকযন্ত্রগুলিকে প্রায়  $1200^\circ$  সেন্টিগ্রেডে ভাপিত করা হয়।

বকযন্ত্রের মুখে মাটির তৈরারী একটি গ্রাহক সংলগ্ন থাকে এবং উহার সহিত আর একটি লোহার তৈরারী শীতক-নল জুড়িয়া দেওয়া হয়। উত্তাপে কার্বনযারা জিঙ্ক-অক্সাইড বিজারিত হইয়া কার্বন-মনোক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই গ্যাস শীতকের মুখে আসিয়া ঈষৎ-নীলাভ শিখাসহ জ্বলিতে থাকে। যখন বিজারণ-ক্রিয়া শেষ হইয়া আসে এবং উষ্ণতাও বৃদ্ধি পায়, তখন জিঙ্কও উদ্বায়িত হইয়া আসিয়া উজ্জ্বল সাদা শিখা সহ জ্বলিতে আবিস্ত করে। কার্বন-মনোক্সাইডের শিখা শেষ হইলেই বিক্রিয়া সম্পূর্ণ হইয়াছে বুঝা যায়। ইতিমধ্যে অধিকাংশ উৎপন্ন জিঙ্ক পাতিত হইয়া আসিয়া গ্রাহকের ভিতর সঞ্চিত হয়। খানিকটা জিঙ্ক-বাষ্প লোহাব শীতকেও ঘনাত্ত হয়। শীতকেব জিঙ্কের সহিত কিছু জিঙ্ক-অক্সাইড থাকে—ইহাকে জিঙ্ক-ডাস্ট বা দস্তারজঃ বলে (চিত্র ৩৩ খ)।



চিত্র ৩৩খ—জিঙ্ক প্রযুক্তি

(৪) জিঙ্কের তড়িৎ-বিশোধন—উক্ত জিঙ্ক সম্পূর্ণরূপে বিশুদ্ধ নয়। উহাকে শোধিত করা প্রয়োজন। এইজন্য বিশুদ্ধ জিঙ্ক-সালফেট দ্রবণ ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড তড়িৎ-বিশ্লেষণ হিসাবে ব্যবহৃত হয়। অবিশুদ্ধ জিঙ্কে অ্যানোড রূপে এবং অ্যালুমিনিয়ামকে ক্যাথোড রূপে রাখিয়া ঐ দ্রবণের ভিতর দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ দিলে বিশুদ্ধ জিঙ্ক ক্যাথোডে জড় হয়।

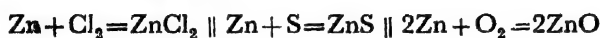
৩৩-২। জিঙ্কের ধর্ম—জিঙ্ক ঈষৎ-নীলাভ সাদা ধাতু। বাতাসে রাখিয়া দিলে উহার গায়ে একটি জিঙ্ক-অক্সাইডের প্রলেপ বা স্তর পড়ে। ফলে, সচরাচর উহার ধাতব দ্যুতি দেখা যায় না। সাধারণ উষ্ণতায় এবং  $২০০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেডেরও



অধিক উষ্ণতায় জিক্ বেল শক্ত এবং ভস্মর দেখা যায়। কিন্তু  $১০০^{\circ}$ - $১৫০^{\circ}$  উষ্ণতায় উহার ঘাতসহতা ও নমনীয়তা বিশেষ বৃদ্ধি পায় এবং এই অবস্থায় জিক্‌র চাদর প্রভৃতি তৈয়ারী করিয়া লওয়া সম্ভব। জিক্‌র গলনাঙ্ক  $৪১০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড, ঘৃটনাঙ্ক  $২০৭^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড, এবং ঘনত্ব  $৭.১৪$ ।

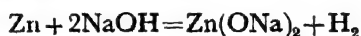
উত্তপ্ত অবস্থায় সাধারণ জিক্‌র উপর দিয়া স্টীম পরিচালিত করিলে হাইড্রোজেন পাওয়া যায় :— $Zn + 2H_2O = Zn(OH)_2 + H_2$

হ্যালোজেন সোজান্সজি জিক্‌র আক্রমণ করে এবং উত্তপ্ত অবস্থায় অক্সিজেন ও সালফার দ্বারা আক্রান্ত হয়।



জিক্‌ লঘু অ্যাসিডের দ্রবণেব সহিত বিক্রিয়া করিয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে :—  $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$

কৃত্তিক সোডা বা পটাসেব দ্রবণ দস্তারজঃ বা বিচূর্ণ-জিক্‌ সহ ফুটাইলে জিক্‌স্ট-লবণ ও হাইড্রোজেন পাওয়া যায় :—



**জিক্‌র ব্যবহার**—বিভিন্ন বৈদ্যুতিক সেল ও ব্যাটারীতে জিক্‌র প্রয়োজন হয়। লোহার জিনিস মরিচা হইতে রক্ষা করার নিমিত্ত দস্তা-লিপ্ত করা হয়। এই জন্য ঐ সকল জিনিস গলিত জিক্‌ ডুবাইয়া লওয়া হয়। ফলে জিনিসের উপর দস্তার একটি প্রলেপ পড়ে। ঘরের “টিন”, জলের বালতি প্রভৃতিব উপর এইকপ দস্তার প্রলেপ দেওয়া হয়। ইহাকে “Galvanisation” বলে। অনেক সময় বিচূর্ণ দস্তারজ লোহার জিনিসের উপর মাখাইয়া উহাকে চুল্লীতে গরম করা হয়। ফলে, লোহার উপর দস্তার একটি দৃঢ় আবরণেব সৃষ্টি হয়, ইহাকে “Sherardisation” বলে।

ইহা হাড়া অনেক রকম ধাতুসঙ্কব-প্রস্তুতিতে জিক্‌ ব্যবহৃত হয়। তন্মধ্যে পিতলই প্রধান (Brass)। তামা এবং দস্তাব সমন্বয়ে পিতল তৈয়ারী হয়। অনেক মুদ্রাতে জিক্‌ অগ্ন্যন্তর উপাদানরূপে ব্যবহৃত হব।

## চতুর্বিংশ অধ্যায় আয়রন [ লৌহ ]

চিহ্ন, Fe

পারমাণবিক গুরুত্ব, ৫৫.৮৫

ক্রমাঙ্ক, ২৬।

পৃথিবীর লৌহভাণ্ডাব বিপুল। অ্যালুমিনিয়াম বাতীত অল্প কোন ধাতুই এত প্রচুর পরিমাণে পৃথিবীতে পাওয়া যায় না। ভূহকেব ওজনের প্রায় শতকরা ৪.১২ ভাগ লৌহ।

স্বাভাবিক অবস্থায় কিন্তু ধাতুরূপে লৌহ বিশেষ দেখা যায় না। ধাতুয়র উৎপাদনের ভিত্তিতে যেটুকু লৌহ পাওয়া যায় কেবল তাহাই মৌলরূপে থাকে। প্রকৃতিগত অগ্নাত সমস্ত লৌহ-ই যৌগাবস্থায় থাকে। পরিমাণে বেশী হইলেও উহা খনিজ আকবিকের সংখ্যা অধিক নহে। উহার প্রধান আকবিক :—

(১) অক্সাইড : (ক) ম্যাগনেটাইট (Magnetite),  $Fe_3O_4$

(খ) হিমাটাইট বা লোহাপাথর (Hematite),  $Fe_2O_3$

কখন কখন ইহা সোদক-অবস্থাতেও থাকে,  $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ ।

(২) কার্বনেট : ‘স্পাথিক লৌহ-খনিজ’ (Spathic Iron ore),  $FeCO_3$

(৩) সালফাইড : আয়রন-পাইরাইটস বা লৌহসাল্ফিক (Iron Pyrites),  $FeS_2$ ।

প্রাণিগোষ্ঠের বস্তুর লাল-কর্ণিকা হিমোগেবিনে এবং উদ্ভিদের সবুজ অংশে লৌহবটিত যৌগ আছে। জীবদেহ ও গাছপালায় পুষ্টির জন্য উহা আবশ্যিক।

আমরা সাধারণতঃ যে সমস্ত লৌহ বা লৌহাব জিনিস দেখি, উহা বিস্তৃত লৌহ নয়। সর্বদাই লৌহাব সহিত সামান্য পরিমাণ কার্বন ও অগ্নাত মৌল মিশ্রিত থাকে। লৌহাব ধর্ম ও প্রকৃতি মিশ্রিত-কার্বনের পরিমাণের উপর নির্ভর করে। সূতবাং কার্বনের পরিমাণ অনুযায়ী লৌহকে মোটামুটি তিনটি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হইয়াছে :—

(১) কাস্ট-আয়রন (Cast Iron) বা ঢালাই-লৌহা ;

(২) স্টীল (Steel) বা ইস্পাত ;

(৩) রট-আয়রন (Wrought Iron) বা পেটা-লৌহা।

প্রায় সমস্ত লৌহই উহার অক্সাইড খনিজ ম্যাগনেটাইট ও হিমাটাইট হইতে উৎপাদন করা হয়। কখন কখন কার্বনেট-আকবিক ব্যবহৃত হয়। কিন্তু গন্ধকযুক্ত আকবিকগুলি লৌহ-নিষ্কাশনে ব্যবহৃত হয় না।

খনিজ হইতে প্রথমে যে লৌহ নিষ্কাশিত হয় তাহাই “কাস্ট-আয়রন”। স্টীল ও রট-আয়রন কাস্ট-আয়রন হইতে প্রস্তুত হয়।

**৩৪-১। কাস্ট-আয়রন প্রস্তুতি**—প্রথমে তাপে অক্সাইড-খনিজগুলিকে কার্বন ও কার্বন-মনোক্সাইড দ্বারা বিজ্ঞাবিত কবিত্তা লৌহ-খাতুতে পরিণত করা হয়। লৌহ-উৎপাদনের ইহাই মূল-কথা। দুইটি প্রক্রিয়ায় সাহায্যে এই নিষ্কাশন সম্পাদিত হয়—(১) ভস্মীকরণ এবং (২) বিগলন।

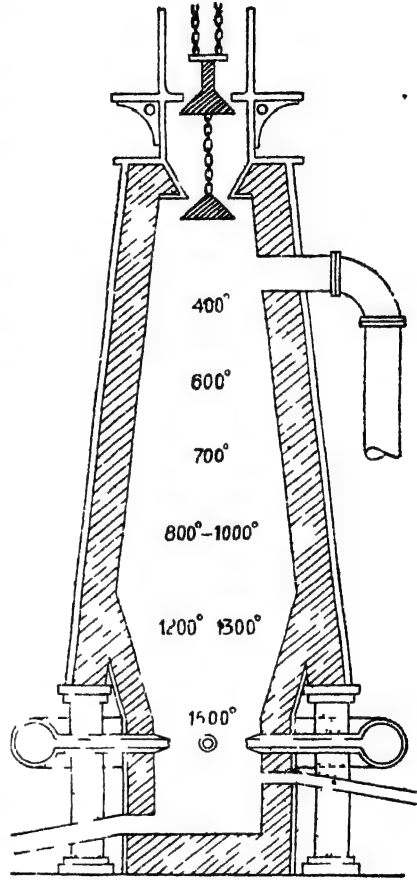
**ভস্মীকরণ**—একত্র-ভূগীকৃত খনিজগুলিকে অল্প কয়লা পোড়াইয়া বাতাসেব সংস্পর্শে উত্তপ্ত করা হয়। কোন কোন ক্ষেত্রে ইহাব জন্ম বড় বড় চুল্লী ব্যবহৃত হয়। তাপিত হওয়ার ফলে আকরিকের সহিত সংশ্লিষ্ট জল এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইড নির্গত হইয়া যায় এবং খনিজ পাথবগুলি অনেকটা হাল্কা ও ঝাঁঝা হয়। যদি আকরিকের ভিতর কোন কেবাস-যোগ থাকে তাহাও জারিত হইয়া ফেরিক অক্সাইডে পরিণত হয়।

**বিগলন**—মতঃপব ঝাঁঝা খনিজগুলিকে কোক ও চুনাপাথরের সহিত মিশাইয়া মারুত-চুল্লীতে উত্তপ্ত করা হয়। ইহাতে খনিজ পদার্থটি বিজারিত হয় এবং গলিত লৌহ নিষ্কাশিত হইয়া আসে।

**মারুত-চুল্লী**—লৌহ নিষ্কাশনে ব্যবহৃত মারুত-চুল্লীগুলি আয়তনে খুব বড় এবং দেখিতে চিম্নীর মত। এই চুল্লীগুলি পুরা ইম্পাতের পাতি জুড়িয়া তৈয়াবী করা হয়। শতাধিক ফাট উঁচু চুল্লীর সমস্ত অংশের পরিধি সমান নহে, বায়ুথানের অংশটি অপেক্ষাকৃত মোটা। এই প্রশস্ত অংশটিকে চুল্লীর ‘বস্’ (Bosh) বলে। বস্ হইতে চুল্লীটি নীচের দিকে পুনরায়-ক্রমশঃ সৰু হইয়া যায়। ইম্পাতের ভিতরের দিকে অগ্নি সহ মৃত্তিকার পুক একটি আন্তরণ থাকে। চুল্লীব, অধোদেশ এবং ডহার চতুর্দিকে কয়েকটি শস্ত এবং মোটা নল সংযুক্ত থাকে। এই নলগুলিকে ‘টায়ার’ (Tuyers) বলে। ইহাদের সাহায্যে চুল্লীর অভ্যন্তরে বায়ু চালিত হয়। টায়ারেরও নীচে চুল্লীর নিম্নতম অংশটি থাকে এবং উৎপন্ন লৌহ ও খাতুমল উহাতে সঞ্চিত হয়। উপাদান-সমূহ প্রবেশ করানোর জন্য চুল্লীর উপরে ‘কাপ এণ্ড কোন’ (Cup and cone) নামক একটি বিশেষ ব্যবস্থা আছে। ইহার সাহায্যে খনিজ প্রভৃতি দেওয়ার সময় ভিতরের শুষ্ক-গ্যাস এই পথে বাহিব হইতে পারে না। চুল্লীর গ্যাস-সমূহ বাহাতে বাহির হইতে পারে সেইজন্য উপরের দিকে অপর একটি নিগম-পথ থাকে। বস্ হইতে আরম্ভ করিয়া চুল্লীর নীচের অংশেব চারিদিকে শীতল জলপ্রবাহের ব্যবস্থা করা হয়, বাহাতে প্রথম তাপে চুল্লীটির কোন ক্ষতি না হয়।

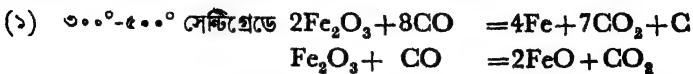
ঝাঁঝা খনিজ, কোক এবং চুনাপাথর ছোট ছোট বিছাৎ-চালিত গাড়ীতে ভরিয়া চুল্লীর উপরে লইয়া যাওয়া হয় এবং ‘কাপ এণ্ড কোন’ সরঞ্জামের সাহায্যে

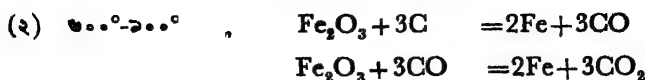
চুল্লীর অভ্যন্তরে প্রবেশ করানো হয়। উপাদানগুলি নিম্নোক্ত ওজনের অনুপাতে দেওয়া হয়, খনিজ : কোক : চূনাপাথর = ৫ : ২ : ১। এই পদার্থগুলি এমন ভাবে দেওয়া হয় যাহাতে চুল্লীর প্রায়  $\frac{1}{3}$  অংশ সব সময়েই ভরা থাকে। সঙ্গে সঙ্গে টায়ারেব সাহায্যে উত্তপ্ত শুষ্ক বায়ু প্রচুর পরিমাণে চুল্লীর অধোদেশে প্রবেশ করানো হয়। প্রায় দুই অ্যাটমসফিয়ার চাপে এবং  $৭০০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এই বাতাস প্রবেশ করে। উত্তপ্ত বায়ুর সাহায্যে কোক প্রজ্জ্বলিত হয়। কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয় এবং প্রচুর উত্তাপের সৃষ্টি করে। ফলে, অত্যন্তবস্ত পদার্থগুলি অত্যন্ত তাপিত হয়। উঠে। চুল্লীর সবত্র উষ্ণতা সমান থাকে না। ‘বস’ এবং উহার নিম্নাংশে উষ্ণতা সর্বাধিক, প্রায়  $১৫০০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড। ‘বস’ হইতে উপরে দিকে উষ্ণতা ক্রমশঃ কমিতে থাকে এবং চুল্লীর শীর্ষে উষ্ণতা  $৩০০^{\circ}$ - $৪০০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড থাকে।



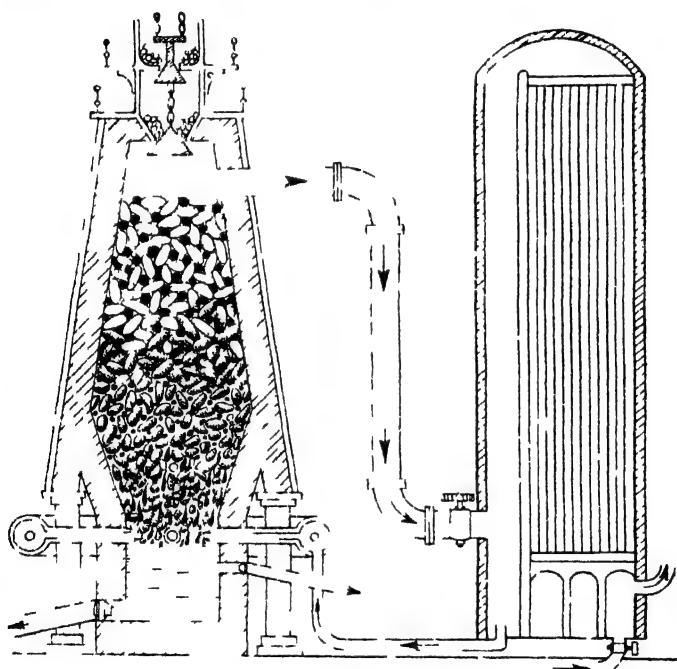
চিত্র—৩৪ক

এই সকল উষ্ণ গ্যাস আয়রন-অক্সাইডের সহিত কার্বন ও কার্বন মনোক্সাইডের নানাবিধ বিক্রিয়া ঘটে এবং ধাতব লোহ উৎপন্ন হইতে থাকে। বিভিন্ন উষ্ণতায় নিম্নলিখিতরূপে বিক্রিয়াগুলি সংঘটিত হয় বলিয়া মনে হয় (চিত্র ৩৪ক)।





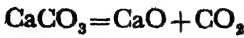
অর্থাৎ ‘বসে’র উপবেই অপেক্ষাকৃত কম উষ্ণতাতেই কঠিন আয়রন-অক্সাইড বিজারিত হইয়া যায়। বিজারণের ফলে উৎপন্ন লৌহ এই উষ্ণতার গলে না, কিন্তু কোমল ও ঝাঁঝরা (Spongy) অবস্থায় থাকে। ‘বসে’র দিকে ক্রমশঃ অগ্রসর হওয়াব ফলে উষ্ণতা-বৃদ্ধি হেতু এই বিজারণ-ক্রিয়া সম্পূর্ণ হইয়া যায় এবং উৎপন্ন লৌহ গলিত অবস্থায় পবিণত হয়।



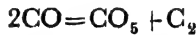
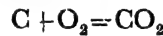
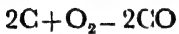
চিত্র ১৪খ—মাগত-চুল্লীতে লৌহ উৎপাদন

আয়রন-অক্সাইডের বিজারণ ছাড়া আবশ্য-প্রয়োজনীয় একটি বিক্রিয়া চুল্লীর উপবিভাগেই সংঘটিত হয়। চুনাপাথর প্রথমে বিয়োজিত হইয়া চুন ও কার্বন-ডাই-অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়। চুন খনিজের সিলিকার সহিত যুক্ত হইয়া ক্যালসিয়াম-সিলিকেটে পরিণত হয়। উষ্ণতা-বৃদ্ধিব সঙ্গে ক্যালসিয়াম-সিলিকেট

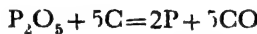
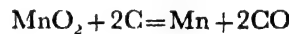
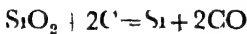
গলিয়া যায়। ইহা অন্ত্রান্ত সিলিকেট ও খনিজের অন্ত্রান্ত আবর্জনা শোধন করিয়া ধাতুমলের স্রষ্টি করে।



অতএব ‘বসে’র নিকট হইতে নীচ পৰ্যন্ত খানিকটা কোক ব্যতীত আর সমস্ত পদার্থই অর্থাৎ লৌহ এবং ধাতুমল গলিত অবস্থায় থাকে। টায়ারের উপরে কোক পুড়িয়া প্রধানতঃ কার্বন-মনোক্সাইডে পরিণত হয়। খানিকটা কার্বন-ডাই-অক্সাইডও হইতে পারে। কিছুটা কার্বন-মনোক্সাইড ‘বসে’র নিকটে আসিয়া কয়লাব সংস্পর্শে আবার বিয়োজিত হইতে পারে।

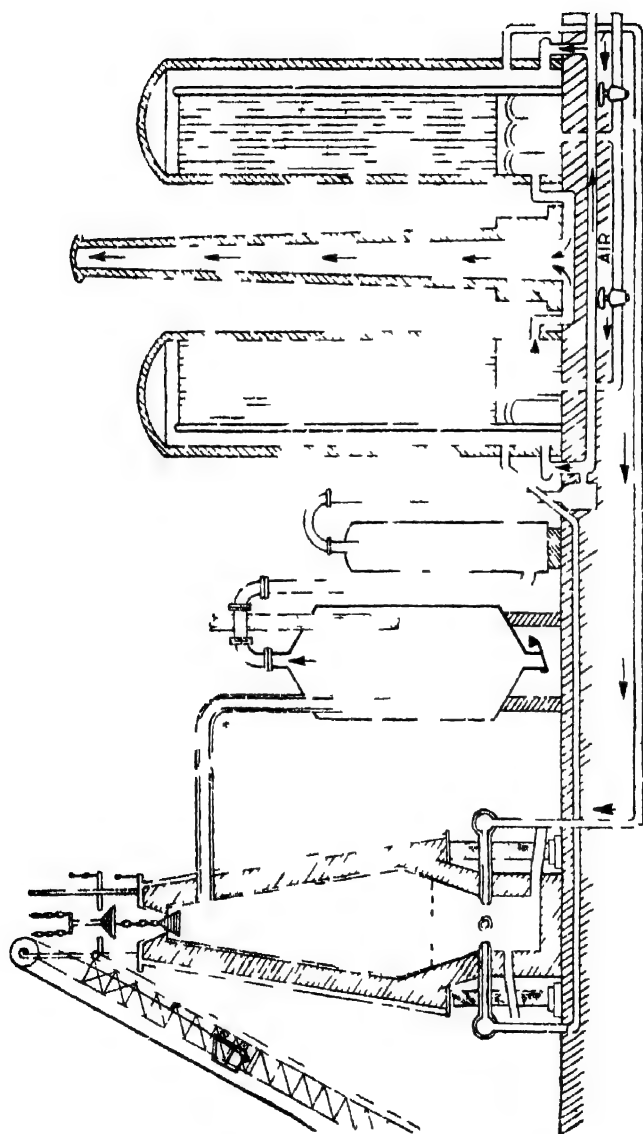


চুল্লীর নিম্নাংশে, ১৪০০° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় খনিজের সহিত মিশ্রিত ম্যান্গানিজ-অক্সাইড, কিছু সিলিকা, ফসফেট ইত্যাদি বিজ্ঞাবিত হয় এবং মৌলিক পদার্থ উৎপন্ন করে। অবশ্য ইহাদেব পরিমাণ সামান্য। যথা :—



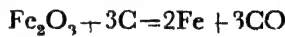
সদি কোন আয়রন-সালফাইড মিশ্রিত থাকে, তাহাও বিজ্ঞাবিত হইয়া যায় :— $\text{FeS} + \text{CaO} + \text{C} = \text{CaS} + \text{CO} + \text{Fe}$

কিয়ংপরিমাণ কার্বন এবং বিজ্ঞাবিত মৌল পদার্থগুলিকে (Si, P, Mn ইত্যাদি) গলিত লৌহ শোধন করিয়া লব। অন্ত্রান্ত যে সকল যৌগ থাকে তাহা ক্যালসিয়াম-সালিফেটের সহিত মিশিয়া ধাতুমলে পরিণত হয়। লৌহ ও ধাতুমল উভয়েই গলিত অবস্থায় নিম্নস্থ প্রকোষ্ঠে সঞ্চিত হয়। ধাতুমল লৌহ অপেক্ষা অনেক হালকা, সূতবাৎ উহা লৌহের উপরে ভাসিতে থাকে। দুইটি নির্গম-নলের সাহায্যে এই দুইটি পদার্থকে পৃথকভাবে বাহির করিয়া লওয়া হয়। গলিত লৌহকে ঠাণ্ডা করিয়া বড় বড় তাল করা হয়। উহাকেই কাস্ট-আয়রন অথবা ঢালাই লোহা বলে। ইহাতে মোটামুটি কার্বন (২-৪.৫% ভাগ), ম্যান্গানিজ (৮% ভাগ), সিলিকন (১-১.৮% ভাগ) এবং ফসফরাস (০.১০% ভাগ) দ্রবীভূত থাকে। ধাতুমল বা গাদা গৃহাদি-নির্মাণে, সিমেন্ট-প্রস্তুতিতে এবং আরও নানা কাজে ব্যবহৃত হয়।



ଚିତ୍ର ୩୩—କାର୍ବି ଆୟତନ ଉତ୍ପାଦନ ଶାଳୀ

**৩৪-২। রট-আয়রন প্রস্তুতি :**—‘কার্ট-আয়রনে’ লৌহ বাতীত অগ্ন্যান্ত যে সকল মৌল থাকে সেগুলিকে যথাসাধ্য দূরীভূত কবিলেই ‘বট-আয়রন’ পাওয়া সম্ভব। কার্ট-আয়রনের সহিত অব্যবহার্য লোহাব টুকরা ইত্যাদি মিশাইয়া উহাকে একটি পবাবর্ত-চুল্লীতে গলানো হয়। এই চুল্লীতে একটি অক্সাইডের আস্তরণ থাকে। সালফার, ম্যাঙ্গানিজ, সিলিকন প্রভৃতি প্রথমে ফেরিক অক্সাইড দ্বারা জ্বাবিত হয় এবং তৎপব আয়রন-অক্সাইডের সহিত মিশিয়া ধাতুমল উৎপাদন কবে। উপর হইতে এই গাদটিকে সবাইয়া লওয়া হয়। কার্বন, ফেরিক অক্সাইডের সহিত বিক্রিয়ার ফলে কার্বন-মনোক্সাইডে রূপান্তরিত হইয়া বাহিব হইয়া যায়।



বাহাতে সমস্ত অপদ্রব্যগুলি ফেরিক অক্সাইডের সংস্পর্শে আসিয়া দূরীভূত হয় সেইজন্য দীর্ঘ লৌহদণ্ডের সাহায্যে গলিত লৌহকে ক্রমাগত নাড়ানো হয়। আবর্জনা পৃথক হইয়া যাওয়াতে লৌহের গলনাঙ্ক বৃদ্ধি পায় এবং উহা পিণ্ডাকারে ক্রমশঃ কঠিন হইতে থাকে। এই অবস্থাতেই প্রায় একমণ ওজনব এক একটি ডেলা বলের আকারে লংঘ্য স্টীম-চালিত যন্ত্রের সাহায্যে চাপ দিয়া অভ্যন্তরস্থ গাদ বাহিব করিয়া দেওয়া হয়। গহ ভাবে ‘বট-আয়রন’ প্রস্তুত হয়। ইহা বিশুদ্ধতব লৌহ বটে, কিন্তু ইহাে সমান্ত পবিমাণ কার্বন (২.৫%) ও ধাতুমল মিশ্রিত থাকে।

**৩৪-৩। ইস্পাত বা স্টীল প্রস্তুতি :** সচব চব স্টীলের ভিতর কার্বনের অনুপাতে ০.১-১.৫% ভাগ থাকে। সুতবাং প্রয়োজনানুস্মরুপ কার্বন বট আয়রনে মিশাইয়া অথবা কার্ট-আয়রন হইতে সবাইয়া লইলে স্টীল পাওয়া যাইতে পাবে।

(ক) **সিমেন্টেসন প্রণালী (Cementation Process)**—বড বড বট-আয়রনের টুকবাস্তুলিকে অগ্নিসহ-ইটেব বাক্সে কোকচণের ভিতব বাখিয়া চুল্লাতে লোহিত-তপ্ত করা হয়। এইভাবে প্রায় দুই সপ্তাহ থাকিলে লৌহ খানিকটা কার্বন শোষণ কবে এবং উত্তম স্টীলে পবিণত হয়। ব্যয়সাধ্য বলিকা বিশেষ প্রয়োজন বাতীত এই পদ্ধতি অবিলম্বিত হয় না।

কিন্তু সাধাবণ প্রয়োজনের সমস্ত স্টীলই কার্ট-আয়রন হইতে বিদ্রিম্যব অথবা সিমেন্ট মার্টিন প্রণালীতে প্রস্তুত হয়। এই উভয় পদ্ধতিতেই প্রথমে কার্ট-আয়রনের অপদ্রব্যগুলিকে জ্বাবিত কবিয়া দূব করা হয় এবং পবে যতটা

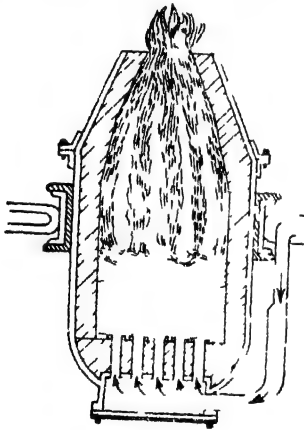


আবশ্যক ততটা কার্বন এবং অক্সিজেন ধাতু মিশ্রিত করিয়া উহাকে স্টীলে পরিণত করা হয়।

অল্প লৌহেব সহিত কার্বন, ম্যাঙ্গানিজ প্রভৃতি নির্দিষ্ট পরিমাণে মিশাইয়া গলান হয়। এই মিশ্রণটি ঠাণ্ডা করিয়া বাখিয়া দেওয়া হয় এবং ইহাকে ‘স্পাইজেল’ (Spiegel) বলে। বিদ্রুততর লৌহের সহিত প্রয়োজনানুযায়ী পরিমাণে এই স্পাইজেল মিশাইয়া স্টীলের ভিতর ইচ্ছানুরূপ কার্বন, ম্যাঙ্গানিজ রাখা যায়।

(খ) **বিসিমার প্রণালী (Bessemer's Process)**—বিসিমার-পদ্ধতির আদি প্রচলন ভারতবর্ষে। বিসিমার সাহেব মাদ্রাজেব লৌহকারদের নিকট ইহা শিক্ষা করেন এবং গত শতাব্দীর মধ্যভাগে ইংলণ্ডে নিজেব নামানুসারে ইহাব প্রবর্তন করেন।

এই পদ্ধতিতে স্টীল প্রস্তুত করিতে একটি বিশেষ ধরণেব চুল্লী ব্যবহৃত হয়। এই চুল্লীকে ‘বিসিমার কনভার্টার’ বলে। এই কনভার্টার ইস্পাত বা পেটা-

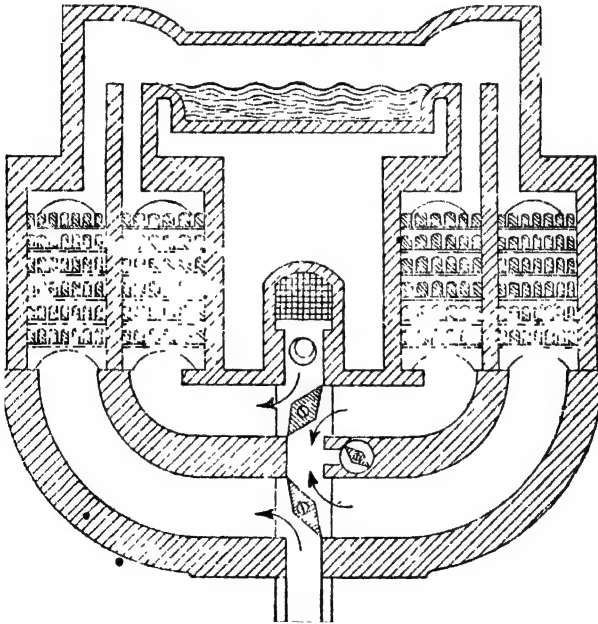


চিত্র ৩৭খ—বিসিমার কনভার্টার

লৌহাব তৈয়ারী এবং দেখিতে ডিম্বাকৃতি। অবলম্বনেব জন্ত দুইটি শক্ত লৌহদণ্ড ও যক্ষ্মক চাকার সাহায্যে এই ডিম্বাকৃতি চুল্লীটি মাটি হইতে কিছু উপরে ঝুলান থাকে। চাকার সাহায্যে ইচ্ছানুযায়ী চুল্লীটিকে সোজা, কাঁচ বা উপুড় করা সম্ভব। চুল্লীর নীচে বায়ু-প্রবেশেব জন্ত কয়েকটি নল সংযুক্ত থাকে। ইস্পাতেব প্রাচীরেব অভ্যন্তরে একটি পুরু আস্তরণ থাকে। স্টীল প্রস্তুত করিতে যে কার্ট-আয়রন ব্যবহৃত হইবে তাহাতে যদি ফসফরাসেব পরিমাণ অপেক্ষাকৃত অধিক থাকে

তাহা হইলে ক্ষাবজাতীয় আস্তরণ দেওয়া হয়—উহাতে ডলোমাইট,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ , ব্যবহৃত করা হয়। পক্ষান্তরে, কনভার্টারে ব্যবহৃত কার্ট-আয়রনে যদি ফসফরাসের ভাগ খুব কম থাকে তবে অক্সিজেন জাতীয় আস্তরণ দেওয়া হয়—উহাতে সিলিকা থাকে (চিত্র ৩৮ঘ)।

মারুত-চুল্লী হইতে সোজানুজি কাস্ট-আয়রন বিসিয়ার কনভার্টারে লইয়া যাওয়া হয়। প্রায় দুই-তৃতীয়াংশ কাস্ট-আয়রনে ভরিয়া কনভার্টারটিকে সোজা অবস্থায় রাখিয়া উহার নীচের নলের ভিতর দিয়া অতিরিক্ত চাপে বায়ু পরিচালিত করা হয়। প্রথমেই ম্যাঙ্গানিজ, সিলিকন প্রভৃতি জারিত হয় এবং আন্তরণের সহিত মিশিয়া ধাতুমলে পরিণত হয়। কসকরাস থাকিলে ( $\text{CaO-MgO}$ -এর আন্তরণ থাকে) উহাও কসকেটে পরিণত হয়। শেষে কার্বনও জারিত হয় এবং উৎপন্ন কার্বন-মনোক্সাইড চুল্লীর মুখে আসিয়া ঈষৎ নীল শিখা সহ জ্বলিতে থাকে। কয়েক মিনিটের মধ্যেই কার্বন-মনোক্সাইডের শিখাটুকু নিভিয়া যায়। তখন বুঝা যায় সমস্ত কার্বন দূর হইয়াছে। চুল্লীটিকে অতঃপর কাং করিয়া ভাসমান ধাতুমল পৃথক করিয়া লওয়া হয় এবং প্রয়োজনীয় পরিমাণ স্পাইঞ্জেল উহাতে মিশান হয়। উত্তমরূপে মিশ্রণের জন্ত আরও দুই-এক মিনিট



চিত্র ৩৪৬—সিমেন্স-মার্টিন চুল্লী

বাতাস উহার ভিতর দিয়া চালনা করা হয়। পরে কনভার্টারটি উল্টু করিয়া স্টীল বাহির করিয়া ছাঁচে ঢালাই করা হয়। দশ মিনিটের মধ্যেই এই ভাবে

কার্ট-আয়রন স্টীলে পৰিণত হয় এবং প্রতিটি চুল্লী হইতে প্রায় আড়াই শত মণ স্টীল পাওয়া যায়।

(ঘ) **সিমেন্স-মার্টিন-প্রণালী (Siemens-Martin Open Hearth Process)**—এই প্রণালীতেও বিসিমা-পদ্ধতির অনুরূপ কার্ট আয়রনের অপ-  
দ্রব্যগুলি যথাসম্ভব জারিত করিয়া দূর কর' হয় এবং তৎপর প্রয়োজন-মত স্পাইজেল মিশান হয়।

এই পদ্ধতিতে অগ্নিসহ-ইটের তৈয়ারী চতুষ্কোণ একটি প্রকোষ্ঠ চুল্লীরূপে ব্যবহৃত হয়। চুল্লীর গম্বুজটি সমতল এবং প্রশস্ত। এই চুল্লীর উপরে একটি নীচ ছাদ আছে। চুল্লীর উভয় প্রান্তেই গ্যাস প্রবেশ ও নির্গমনের ব্যবস্থা আছে (চিত্র ৩৪ ও)। চুল্লীর অভ্যন্তরে অম্লজাতীয়  $\text{SiO}_2$  অথবা ক্ষারজাতীয়  $\text{CaO}$   $\text{MgO}$  আস্তরণ থাকে। কসকবাসের পরিমাণ অধিক হইলে ক্ষারজাতীয় প্রালপের প্রয়োজন হয়, নতুবা অম্লজাতীয় আস্তরণ থাকাই সুবিধাজনক। এই চুল্লীর অদূরে অন্তর্বিহিত বায়ুযোগে কয়লা পাড়াইয়া প্রডিউসার গ্যাস ( $\text{CO} + \text{N}_2$ ) তৈয়ারী করা হয়। অতিবিক্ত বায়ুর সহিত প্রডিউসার গ্যাস মিশ্রিত করিয়া লইয়া সিমেন্স মার্টিন চুল্লীর ভিতর উঠা জালান হয়। এইভাবে এই চুল্লীর অভ্যন্তরে প্রথম গ্রাপ সৃষ্টি করা হয়।

মার্ক-চুল্লী হইতে গলিত কার্ট আয়রন (সাজানুজি সিমেন্স মার্টিন চুল্লীতে লইয়া পাওয়া হয়। উহাব সহিত ফ্যাক্টরীর আবাবহায ছাঁটাই স্টীল এবং বিছু হিম্যাটাইট মিশাইয়া দেওয়া হয়। হিম্যাটাইট  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , দ্বাৰা কার্ট আয়রনের কার্বন, ম্যাঙ্গানিজ প্রভৃতি জারিত হয়। কার্বন-মনোক্সাইড উড়িয়া যায়। অক্সিজেন অক্সাইড আস্তরণের সংস্পর্শ আসিয়া নাতুমলে পৰিণত হয়। এইভাবে কার্ট-আয়রনের অপদ্রব্য দূর হইলে, প্রয়োজনীয় পরিমাণ স্পাইজেল উহাতে দেওয়া হয় এবং আবাব তাপিত করিয়া উহাকে উত্তমরূপে মিশাইয়া লওয়া হয়। সমস্ত প্রক্রিয়াটি নিম্নের করিতে প্রায় ৮-১০ ঘণ্টা প্রয়োজন। স্টীল গলিত অবস্থায় বাহির করিয়া ছাঁচে ঢালা হয়।

বিসিমার স্টীল অপেক্ষা সিমেন্স মার্টিন স্টীল অনেক উৎকৃষ্ট। সুতরাং সময় বেশী লাগিলেও ভাল স্টীল প্রয়োজন হইলে এই উপায়েই তৈয়ারী করা বঞ্জনীয়। কার্ট-আয়রনে কসকবাসের পরিমাণ বেশী থাকিলেও এই উপায় স্টীল প্রস্তুত করা ভাল।

অনেক সময় মার্কত-চুল্লীজাত লৌহের সিলিকন, ম্যাঙ্গানিজ এবং প্রায় সবটা কার্বন বিসিয়ার পদ্ধতিতে তাড়াইয়া অবশিষ্ট ফসফরাস সিমেন্স-মার্টিন চুল্লীতে দূরীভূত করা হয়। বস্তুতঃ ইহা দুইটি পদ্ধতির সমন্বয়। ইহাকে ‘ডুপ্রে প্রণালী’ বলে। টাটার কারখানাতে ইহার ব্যবহার হয়।

**বিশুদ্ধ লৌহ**—সম্পূর্ণরূপে বিশুদ্ধ লৌহ পাইতে হইলে উত্তম ফেরিক অক্সাইডকে হাইড্রোজেন গ্যাসে বিজারিত করা হয়।

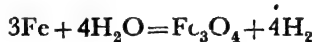


লৌহ লবণের জলীয় দ্রবণের তড়িৎ-বিশ্লেষণেও বিশুদ্ধ লৌহ ক্যাথোডে পাওয়া যায়।

**৩৪-৪। লৌহের ধর্ম :**—বিশুদ্ধ লৌহ উজ্জ্বল সাদা রঙের ধাতু। উহার ঘনত্ব ৭.৮৫, গলনাঙ্ক ১৫৩০° এবং স্ফুটনাঙ্ক ২৪৫০° সেন্টিগ্রেড। ইহা চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়।

শুষ্ক বাতাসে লৌহের কোন পরিবর্তন ঘটে না কিন্তু আর্দ্র বাতাসে অতি সহজেই সাধাবণ লৌহের উপর মরিচা পড়িতে থাকে।

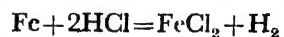
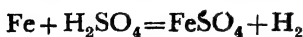
অক্সিজেন গ্যাসে লৌহিততপ্ত করিলে লৌহ জলিয়া উঠে এবং জারিত হইয়া  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  অক্সাইডে পরিণত হয়। লৌহিততপ্ত লৌহার উপর দিয়া স্টীম পবিচালিত করিলেও লৌহ জারিত হইয়া যায় :—



কার্বন-মনোক্সাইড গ্যাসে তাপিত করিলে, লৌহ উহার সহিত যুক্ত হইয়া ‘আয়রন কাবনিলে’ পরিণত হয় :— $\text{Fe} + 5\text{CO} = \text{Fe}(\text{CO})_5$

হ্যালোজেন, সালফার প্রভৃতির সহিত উত্তপ্ত করিলে, লৌহ উহাদের সঙ্গে যুক্ত হয় :—  $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$   $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$

লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা লৌহ আক্রান্ত হইয়া ফেরাস লবণে পরিণত হয় এবং হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।



নাইট্রিক অ্যাসিডেও লৌহ দ্রব হয়। বিভিন্ন অবস্থায় উহাদের বিক্রিয়াগুলি ভিন্ন ভিন্ন রকমের। যথা :—

(ক) শীতল অবস্থায় লঘু অ্যাসিডে

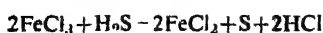
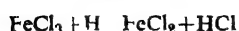
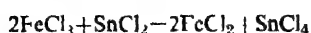
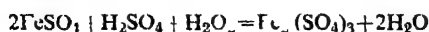
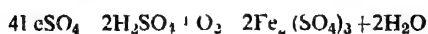


(খ) উষ্ণ অবস্থায় গাঢ় অ্যাসিডে



বিশুদ্ধ নাইট্রিক অ্যাসিডে বা ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিডে লৌহ বাধিলে উহা দ্রবীভূত না হইয়া ‘নিষ্ক্রিয় লৌহে’ পরিণত হয়। সাধারণ লৌহ কপাৰ-সালফেটের সহিত বিক্রিয়া করে, লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া করে, ইত্যাদি। কিন্তু যে লৌহ বিশুদ্ধ গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সংস্পর্শে আসিয়াছে উহার ঐ সকল ধর্ম লোপ পায়। কপাৰ-সালফেট বা  $\text{HCl}$  এর সহিত উহা আব বিক্রিয়া কবিত্তে পাবে না। এইকপ লৌহকে ‘নিষ্ক্রিয় লৌহ’ (Passive iron) বলা হয়। নিষ্ক্রিয় লৌহের উপবিভাগ ঘসিয়া ফেলিলে অথবা উহাকে  $\text{H}_2$  গ্যাসে উত্তপ্ত কবিলে অথবা এক টুকরা জিঙ্কের সহিত লঘু অ্যাসিডে নিমজ্জিত কবিয়া বাগাল উহা নিষ্ক্রিয়তা লোপ পায় এবং উহা আবার সাধারণ লৌহে পরিণত হয়। নাইট্রিক অ্যাসিডের পৰিবর্তে ক্রোমিক অ্যাসিড, হাইড্রোজেন পাব অক্সাইড দ্বারাও লৌহকে এইরূপ নিষ্ক্রিয় করা সম্ভব। সাধারণতঃ মনে করা হয়—এই সকল অক্সিজেন সমৃদ্ধ বিকায়ক দ্বারা লৌহের উপর উহার অক্সাইডের একটি অতি পাতলা আবরণ পড়ে এবং এই আবরণটি লৌহের অন্ত্যন্ত বিক্রিয়া বন্ধ কবায় দেয়।

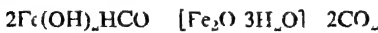
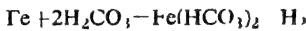
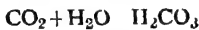
আয়বনের দুইটি বোজ্য গুণ আছে—দুহ এবং তিন। সুতরাং দ্বিযোজ্য আয়বনের যোগকে ফেবাস যোগ এবং ত্রিযোজ্য আয়বনের যোগকে ফেবিক যোগ বলা হয়। সাধারণতঃ ফেবিক যোগসমূহ ফেবাস-যোগ অপেক্ষা অধিকতর স্থায়ী হয়। ফেবাস-যোগগুলি বাতাস, অক্সিজেন ও জোন, নাইট্রিক অ্যাসিড, ডাঃ-ক্রোমেট, হাইড্রোজেন পাব অক্সাইড প্রভৃতি দ্বারা জাবিত হইয়া ফেবিক যোগে পরিণত হয়। ফেবিক যোগগুলির ফেবাস-অবস্থায় কপান্তৰিত কবিত্ত হইলে  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  প্রভৃতির সাহায্য বিজাবিত করা প্রযোজ্য। যথ্য :—



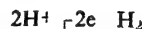
**৩৪-৫। লৌহের মরিচা (Rusting of Iron)**—সাধারণ লৌহকে আর্দ্র বাতাসে রাখিয়া দিলে উহার উপবিভাগ ধীরে ধীরে একটি বাদামী রঙের স্তূড়াতে পরিণত হইতে থাকে। ইহাকে লোহাব 'মরিচা ধবা' বলা হয় এবং একবার মরিচা পড়িতে আবস্ত করিলে খুব দ্রুত এই পরিবর্তন সংঘটিত হইতে থাকে। মরিচা বিশ্লেষণ করিয়া দেখা গিয়াছে উহাতে সোদক 'আয়রন-অক্সাইড' থাকে এবং উহাব মোটামুটি সম্বন্ধে— $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ।

সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ লৌহে মরিচা পড়ে না। মরিচা পড়িতে হইলে জল বা জলীয় বাষ্প এবং অক্সিজেন প্রয়োজন। উহাদের যে কোন একটির অবর্তমানে লোহার উপর মরিচা পড়ে না। মরিচা-ধবা সম্বন্ধে কয়েকটি মতবাদ প্রচলিত আছে। উহাদের দুই একটি আলোচনা করা হইতেছে।

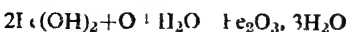
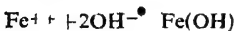
(ক) কেহ কেহ মনে করেন বাতাসের জলীয় বাষ্প ও বার্নি ডাই-অক্সাইড হইতে যে কার্বনিক অ্যাসিড হয় উহা লৌহকে আক্রমণ করে এবং উহাকে অ্যাসিড-ফেবাস কার্বনেটে পরিণত করে। অক্সিজেনের সম্পর্ক ডাই ক্লোরিক কার্বনেটে সম্পর্কিত হয় এবং পরে আর্দ্রবিশ্লেষিত হয় যে কৈবিক অক্সাইডে পরিণত হয়। উহাই মরিচা।



(খ) মরিচা পড়া সম্পর্কিত একটি মতবাদ লৌহাভিভিন্নর বৈদ্যুতিক সেলের অস্তিত্ব কল্পনা করা হয়। অ্যাসিড বা বার্নি ডাই-অক্সাইডের পর্বে ও অপরাধিভিন্নর প্রকৃতি কাজ করে এবং জল ভিত্তি বিদ্যমান এই দুই বৈদ্যুতিক সেলে থাকে। বাল অ্যানোডে আয়রন দ্রবীভূত হয় এবং ক্যাথোডে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।



পরে জলীয় OH গ্রাফন দ্বারা  $Fe^{++}$  গ্রাফন হইতে ফেবাস হাইড্রোক্সাইড তৈয়ারি হয় এবং উহা জারিত স্তম্ভি মরিচাতে পরিণত হয়।



সাধারণ লৌহের উপর রক্তা বার্নি দিয়া উহাকে মরিচা হইতে রক্ষা করা হয়। কিন্তু জিঙ্ক বা টিনের প্রাণ দিয়া ও নকশা পড় বন্ধ করা যায়। দস্তা প্রাণ পিত্ত দোহা বা ইম্পাতের পাতকে সাধা। লৌহক টিন বলে। অনেক ক্ষেত্রে আকৃতি বা ব্যবহৃত হয় শাবাব বিশেষ প্রয়োজনে নিকেল কোমিগ্রাম প্রভৃতি দ্বারা বৈদ্যুতিক উপায়ে প্রাণ দিয়া মরিচা বন্ধ করা হয়।

**৩৪-৬। লৌহের ব্যবহার—**ধাতুর মধ্যে বর্তমানে লৌহের ব্যবহারই সর্বাধিক। বস্তুতঃ বর্তমান যুগের নামই লৌহযুগ। পূর্বেই বলা হইয়াছে, সাধারণ ব্যবহার্য লৌহ মোটামুটি তিন রকমের—কার্ট-আয়রন, ইম্পাত বা স্টীল ও রট-আয়রন। এই তিন প্রকারের লৌহের ভিতর অবশ্য কার্বনের পরিমাণ বিভিন্ন এবং সেইজন্য উহাদের বাহ্য ও ভৌত ধর্মেরও যথেষ্ট তারতম্য আছে।

প্রকৃতপক্ষে লৌহ একটি অদ্ভুত ধাতু—উহাব সাধারণ ধর্ম বা গুণগুলি খাদেব তাবলম্ব্য এত অশ্চর্যবকম ভাবে পরিবর্তিত হয় যে দেখিলে বিস্মিত হইতে হয়। লৌহ যেমন খুব শক্ত হইতে পারে আবার তেমন নবমও হওয়া সম্ভব। লৌহ সাধারণতঃ চুম্বকদ্বারা আকৃষ্ট হয়, আবার কোন কোন অবস্থায় একেবারেই উহার চুম্বকত্ব থাকে না। ইহা অত্যন্ত ঘাতসহনশীল অবস্থায় তৈয়াবী করা সম্ভব, আবার একেবারে ভঙ্গ্য অবস্থায় পাওয়াও সম্ভব। ইহার প্রসারক খুব বেশী, আবার একেবারে কমও হইতে পারে। এইরূপ উহার প্রত্যেকটি ধর্মই কমবেশী কবা যায়তে পারে। এই সকল বিভিন্ন-গুণাবিত লৌহ পাইতে হইলে প্রায়ই লৌহের সহিত অগ্নাত মৌল কিয়ংপরিমাণে মিশ্রিত কবা প্রয়োজন হয় এবং বিভিন্ন উষ্ণতায় উহাকে তাপিত কবাও প্রয়োজন হয়।

**কার্ট-আয়রন—**ইহা ৯০ সাধারণতঃ ২-৪ ৫% ভাগ কার্বন থাকে। তাল্লাডা ম্যাঙ্গানিজ, সিলিকন ও ফসফরাসও থাকে। অগ্নাত লৌহ হইতে ইহাব গলনাঙ্ক কম এবং প্রায় ১২০০° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় ইহা তবলিত হইয়া যায়। কার্ট আয়রন বেশ কঠোর বাট তবে অত্যন্ত ভঙ্গ্য। ইহাকে ঢালাই কবা যায় কিন্তু ঘাতসহতা কম থাকার জন্য পিটাইয়া কিছু তৈয়াবী কবা যায় না। ইহাকে পিটাইয়া জোড দেওয়া সম্ভব নয়। ইহাকে স্থায়ী চুম্বকেও পরিণত কবা যায় না। ইহাকে পান দেওয়াও সম্ভব হয় না।

অধিকাংশ কার্ট আয়রনই স্টীল ও রট-আয়রন প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। গৃহস্থের কোন কোন তৈজসপত্রাদি, লোহার বেলিং প্রভৃতি প্রস্তুতিতেও কার্ট-আয়রন ব্যবহার করা হয়।

**রট-আয়রন—**ইহাতে কার্বনের ভাগ সাধারণতঃ ১২-২৫%। ইহাব গলনাঙ্ক অগ্নাত লৌহ অপেক্ষা বেশী, প্রায় ১৫০০° সেন্টিগ্রেড। রট-আয়রন অপেক্ষাকৃত নবম এবং যথেষ্ট ঘাতসহনশীল, কিন্তু ইহাকে পান দেওয়া যায় না। উহাকে

পিটাইয়া জোড় দেওয়া যায়। রট-আয়রনে সৰু তার বা চাক্ষু তৈয়ারী করা সম্ভব। ইহাও স্থায়ী চুম্বকত্ব লাভ করে না।

তার, জাল, বৈদ্যুতিক-চুম্বক প্রভৃতি তৈয়ারী করিতে রট-আয়রন ব্যবহৃত হয়।

**স্টীল (ইস্পাত)**—ইস্পাতে ০.২৫-১.৫% ভাগ কার্বন সচরাচর থাকে। ইহা ছাড়া সর্বদাই ইস্পাতে ম্যাঙ্গানিজ, ক্রোমিয়াম, নিকেল, কলকরাস, ভ্যানাডিয়াম, টানস্টেন প্রভৃতি কোন একটি বা একাধিক মৌল মিশ্রিত থাকে। এই সকল মৌলগুলি ইস্পাতকে বিভিন্ন গুণাধিত করিয়া থাকে। ইহাদিগকে ইস্পাত-সঙ্কর (alloy steel) বলা যাইতে পারে। সাধারণতঃ ম্যাঙ্গানিজ থাকিলে স্টীল অধিকতর শক্ত ও ঘাতসহনশীল হয়। ক্রোমিয়াম মিশ্রিত থাকিলে উহা বরফ-পড়া বন্ধ হয়। মরিচা-হীন লৌহ এইভাবে তৈয়ারী হয়। যে সমস্ত স্টীল ক্ষতগতিশীল-যন্ত্রে ব্যবহৃত হয় তাহাতে টানস্টেন মিশ্রিত করা হয়। শক্ত এবং স্বল্প প্রসারক-বিশিষ্ট স্টীল পাইতে হইলে নিকেলের সহিত মিশ্রিত করা প্রয়োজন।

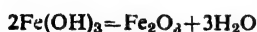
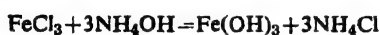
সাধারণ ইস্পাতকে লোহিততপ্ত করিয়া লহয়া হঠাৎ শীতল জলের ভিত্তে কেলিয়া দিয়া ঠাণ্ডা করিলে উহা অত্যন্ত শক্ত এবং ভঙ্গুর হইয়া পড়ে। ইহাকে কঠিনীভূত ইস্পাত (Hardened Steel) বলে। কঠিন ৫ ভঙ্গুর স্টীলকে আবাব নির্দিষ্ট কোন উষ্ণতায় তাপিত করিয়া ধীরে ধীরে শীতল করিলে উহা ভঙ্গুরত্ব লোপ পায় এবং স্থিতিস্থাপকতা বৃদ্ধি পায়, অর্থাৎ স্টীল আবাব নমনীয় হইয়া পড়ে। নির্দিষ্ট উষ্ণতায় তাপিত করিয়া এবং পরে ধীরে ধীরে শীতল করিয়া স্টীলকে এইভাবে নমনীয় কবাকে সচরাচর ‘ইস্পাতে ব কোমলায়ন’ বলিয়া অভিহিত করা হয়। স্টীলকে প্রথমতঃ কঠিন ইস্পাতে পরিণত করিয়া পুনরায় তাপিত করা ও কোমলায়িত করাকে ‘ইস্পাতের পান দেওয়া’ (Tempering of Steel) বলে। ভিন্ন ভিন্ন কাজে স্টীলের বিভিন্ন বকমের নমনীয়তা প্রয়োজন। যেমন, ছুরি তৈয়ারীর স্টীল ও স্প্রিং তৈয়ারীর স্টীল ঠিক একরকম নয়। কোমলায়িত করার সময় বিভিন্ন উষ্ণতায় কঠিন স্টীলকে তাপিত করিয়া প্রয়োজনানুযায়ী গুণসমন্বিত করা হয়।

ঘাতসহনশীল এবং ভঙ্গুর, শক্ত এবং নরম সবরকম স্টীলই পাওয়া যায়। স্টীল পিটাইয়া জোড় দেওয়া যায়। ইহাকে পান দেওয়া যায়। ইহাকে স্থায়ী



চুম্বকেও পরিণত করা সম্ভব। স্টীল সাধারণত:  $১৩০০^{\circ}$ - $১৪০০^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় গলে। প্রায় সবরকম লোহার জিনিসেই স্টীল ব্যবহাব করা যায়। বড়ি, চুম্বক, ট্রাক প্রভৃতি হইতে আরম্ভ করিয়া এঞ্জিন, মেশিনগান, রেলের চাকা, যুদ্ধোস্ত্র প্রভৃতি সব কিছুতেই স্টীল ব্যবহৃত হয়।

**ফেরিক-অক্সাইড,  $Fe_2O_3$  :** কোন ফেরিক-লবণের জলীয় দ্রবণে অ্যামোনিয়া দিলে বাদামী ফেরিক-হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। অধঃক্ষেপটি ছাঁকিয়া পৃথক করা হয়। উত্তপ্ত করিলে ফেরিক-হাইড্রক্সাইড হইতে জল পৃথক হইয়া যায় এবং ফেরিক-অক্সাইড পাওয়া যায়।



পালিশের জন্ত যে 'কন্ড' নামক ঘুঁড়া ব্যবহৃত হয় তাহাও খুব মিহি ফেরিক অক্সাইড-চূর্ণ। ইহা ফেরাস-সালফেট-লবণ উত্তপ্ত করিয়া প্রস্তুত করা হয়।



ফেরিক অক্সাইড গাঢ় লাল কঠিন পদার্থ। জলে অদ্রব্য কিন্তু বিভিন্ন অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া ফেরিক লবণ উৎপন্ন করে।

পালিশের কাজে, রঙ হিসাবে এবং প্রভাবকরূপে ফেরিক অক্সাইড ব্যবহৃত হয়।

## পঞ্চত্রিংশ অধ্যায়

### লেড (সীসক)

চিহ্ন, Pb।

পারমাণবিক গুরুত্ব, ২০৭.২২।

ক্রমাঙ্ক, ৮২।

লেডের নানাবিধ আকর্ষক প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। তন্মধ্যে গ্যালেনা (Galena),  $PbS$ —এইটিই প্রধান। ইহা ছাড়া,

অ্যাঙ্গলেসাইট [Anglesite],  $PbSO_4$

সেরুসাইট [Cerussite],  $PbCO_3$

লানার্কাইট [Lanarkite],  $PbSO_4$ ,  $PbO$

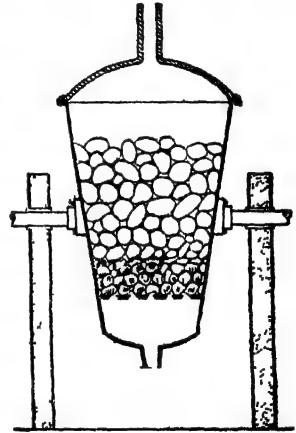
লেড ওকর [Lead ochre],  $PbO$  ইত্যাদি, লেডের উল্লেখযোগ্য আকর্ষক।

**৩৫-১। লেড প্রস্তুতি :**—সমস্ত লেড দাতাই গ্যালেনা হইতে প্রস্তুত করা হয়। গ্যালেনা-খনিজ-পাথবে লেড-সালফাইড ছাড়া অনেক অপ্রয়োজনীয় পদার্থ মিশ্রিত থাকে। মাটি, বালু প্রভৃতি সিলিকেট-জাতীয় বস্তু তা' থাকেই,

তাহা ছাড়া প্রায় সর্বদাই কিঞ্চিৎ সিলভার-সালফাইড এবং কপার, বিসমাথ প্রভৃতির সালফাইডও থাকে। লেড-সালফাইডের পরিমাণ অনেক সময় শতকরা ৮-১০ ভাগের বেশী নয়।

বর্তমান পদ্ধতিতে প্রথমতঃ গ্যালেনার অপদ্রব্যসমূহ যথাসম্ভব দূরীভূত করা হয়। তৎপর তাপজারণ সাহায্যে লেড-সালফাইডকে লেড-অক্সাইডে পরিণত করা হয়। এই লেড-অক্সাইডকে মারুত-চুল্লীতে কার্বন-সহ উত্তপ্ত অবস্থায় বিজারিত কবিলে লেড ধাতু উৎপন্ন হয়। অতঃপর তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে ধাতুটিকে বিশোধিত করা হয়।

**গ্যালেনার গাঢ়ীকরণ**—খনিজটি বিচূর্ণ অবস্থায় জল ও অল্প পরিমাণ তেলের সহিত উত্তমরূপে মিশ্রিত কবিতা লওয়া হয়। এই মিশ্রণেব ভিতর দিয়া বায়ু পবিচালিত করা হয়। তেল ও জলের ঘনিষ্ঠ মিশ্রণেব ফলে যে ফেনা হব উহাতে খাতব সালফাইডগুলি আকৃষ্ট হইয়া পৃথক হইয়া আসিয়া উঠে, কিন্তু মাটি, বালু প্রভৃতি অপদ্রব্যসমূহ জলের নীচে থিতাইয়া যায়। এই ভাবে গাঢ়ীকরণেব পর খনিজটিতে প্রায় শতকরা ৬-৭০ ভাগ লেড-সালফাইড থাকে।



**তাপজারণ**—গাঢ় আকবিকটিকে অতঃপর বায়ুপ্রবাহে তাপিত কবিতা লেড-অক্সাইডে পরিণত করা হয়। লোহাব তৈয়াবী অপেক্ষাকৃত ছোট ছোট চুল্লীতে এই প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন করা হয়। এই চুল্লীগুলি দেখিতে অনেকটা বাল্টিব চিহ্ন ৩৫ক—গ্যালেনার তাপজারণ অনুরূপ। উহাব মেঝেটি সচ্ছিন্ন এবং নীচেব দিক হইতে বায়ু প্রবেশ কবানোব ব্যবস্থা আছে। চুল্লীব উপবে একটা ঢাকন ও গ্যাসেব নির্গম-পথ আছে। মেঝেতে প্রথমে খানিকটা কোক কয়লা বাপা হয়। তাহাব উপবে গাঢ় গ্যালেনার সচিৎ সামান্য চুন মিশ্রিত করিয়া চুল্লীতে লওয়া হয়। প্রথমে কয়লা পুড়িয়া চুল্লীটিকে তাপিত কবিতা তোলে এবং পরে বিক্রিয়া হইতে যে তাপ উদ্ভূত হয় তাহাতেই প্রয়োজনীয় উষ্ণতা থাকে। বিক্রিয়ার জন্ত নীচ হইতে ক্রমাগত উত্তপ্ত বায়ু পবিচালিত করা হয়। লেড-সালফাইড তাপজারিত হইয়া লেড-

অক্সাইডের ছোট ছোট হালকা কঁকরে পরিণত হয়। বার্নিকট লেড-সালফাইড অবশ্য লেড-সালফেটে পরিণত হইয়া যায় (চিত্র ৩৫ক)।



বিক্রিয়াশেবে চুল্লীর ঢাকনিটি সরাইয়া লেড-অক্সাইড কঁকরগুলি বাহির করিয়া লওয়া হয়।

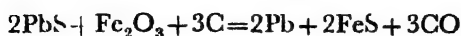
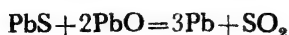
**বিগলন**—লেড-অক্সাইডের কঁকরের সহিত কোক করলা মিশ্রিত করিয়া একটি ছোট মারুত-চুল্লীতে উহাকে অধিকতর উষ্ণতায় বিজারিত করা হয়। কিছুটা আয়রন-অক্সাইড ও চুন বিগালক হিসাবে উহার সহিত মিশাইয়া লওয়া হয়।

মারুত-চুল্লীটি প্রায় পঞ্চাশ ফিট উঁচু, পুরু ইস্পাতের পাতের তৈয়ারী, এবং ভিতরের দিকে অগ্নিসং-ইষ্টকের দ্বারা আচ্ছাদিত। চুল্লীর নীচের অংশটি অপেক্ষাকৃত সব হইয়া একটি ছোট প্রকাণ্ডে আসিয়া শেষ হইয়াছে। চুল্লীটির উপরেব দিকে থার্নজ, কোক প্রভৃতির প্রবেশের ব্যবস্থা আছে। উৎপন্ন গ্যাস বাতিল হইয়া বাওয়ার একটি নির্গম-পথও আছে। চুল্লীর নিম্নাংশে ডবল গুরুত্ব প্রবেশ করার জন্য চুল্লীর চতুর্দিকে কয়েকটি নল (Tuyers) আছে।

চুল্লীর উপর হইতে লেড-অক্সাইড প্রভৃতি ক্রমশঃ নীচের দিকে যাইতে থাকে এবং তপ্ত বায়ুপ্রবাহের সংস্পর্শে আসে। কার্বন প্রথমে পুড়িয়া কার্বন-মনোঅক্সাইডে পরিণত হয়। অধিক উষ্ণতায় লেড-অক্সাইড কার্বন এবং কার্বন-মনোঅক্সাইড উভয়ের দ্বারা বিজারিত হইয়া লেড ধাতুতে পরিণত হয় :—



অধিক উষ্ণতায় জন্ম উৎপন্ন লেড বিগলিত অবস্থায় থাকে এবং ধীরে ধীরে নীচের প্রকোষে আসিয়া সঞ্চিত হয়। যদি কোন লেড সালফাইড অক্সাইডের সহিত অবিকৃত থাকিয়া থাকে তাহা হইলে উহা এই উষ্ণতায় লেড-অক্সাইডের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা ধাতুতে পরিণত হইয়া যায়। আয়রন-অক্সাইডও লেড-সালফাইডের বিজারণে সহায়তা করে :—

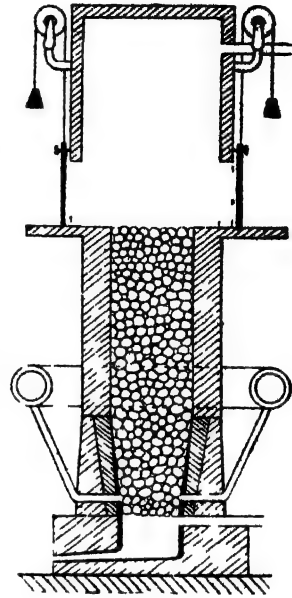


কোন লেড-সালফেট থাকিলে উহাও লেড-সালফাইডের সহিত বিক্রিয়া করে :—  $\text{PbS} + \text{PbSO}_4 = 2\text{Pb} + 2\text{SO}_2$

খনিজের ভিতর যে সিলিকা থাকে তাহা চূনের সহিত যুক্ত হইয়া ক্যালসিয়াম সিলিকেটে পরিণত হয়। ক্যালসিয়াম সিলিকেট আয়রন-সালফাইড এবং অন্যান্য

অপজয়া একত্র হইয়া যে ধাতুগল সঞ্চিত হয় তাহাও গলিত অবস্থায় নীচের প্রকোষ্ঠে গলিত সীসকেব উপর সঞ্চিত হয়। এই প্রকোষ্ঠ হইতে দুইটি ভিন্ন ভিন্ন নির্গম-নল দ্বারা ধাতু ও বাতুগল বাহিব করিয়া লওয়া হয় (চিত্র ৩৫খ)।  $\text{CaO} + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3$

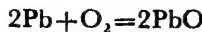
**তড়িৎ-বিশোধন**—মাকত-চুম্বী হইতে যে লেড ধাতু পাওয়া যায় তাহাতে আরও অশুদ্ধ ধাতু স্বল্প পরিমাণে মিশ্রিত থাকে। এইজন্য এই লেড খুব নরম বা খাতসহ হয় না। বেটের (Bett's) তড়িৎ-বিশোধন প্রণালীতে উৎকৃষ্টতর লেড প্রস্তুত করা হয়। একটি তড়িৎ-বিশোধক সেল উৎপন্ন লেডের মোটা পাত ক্যানোড কাপ লওয়া হয়। পাতলা বিশুদ্ধ লেডের পাত ক্যাথোড কাপ ব্যবহৃত হয়। অ্যানোড ও ক্যাথোডকে বেড ফ্লুয়োসিলিকেট ( $\text{PbSiF}_6$ ) এবং ফ্লুয়োসিলিকেট অ্যাসাইড ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ) একটি মিশ্রণে ভিত্তি স্থাপনা উহাতে নির্দিষ্ট পরিমাণ তড়িৎ-প্রবাহ দেওয়া হয়। অ্যানোড হইতে লেড ধাতু ধীরে প্রবাহিত হইয়া যায় এবং ক্যাথোডে বিশুদ্ধ লেড সঞ্চিত হইতে থাকে। অশুদ্ধ ধাতুগুলি সেলের নীচের দিকটায় যায়। এই প্রণালীতে বিশুদ্ধ লেড প্রস্তুত করা হয়।



৩৫ খ—লেডের মাকত-চুম্বী

**৩৫-২। লেডের ধর্ম**—লেডের বড় বসব বিস্তৃত উষ্ণতা একটি ধাতব দৃষ্টি আছে। লেডের ঘনত্ব প্রায় ১১.৩ এবং উষ্ণতা গলনাঙ্ক ৩২৭° সেলসিয়াসে। কিন্তু ভারী হইলেও ধাতুটি অত্যন্ত নরম, ছুবিব সাহায্যে উহাকে কাটিকা ফেলা সহজ। লেড কাগজের উপর কালে দাগ কাটিতে পারে।

অনার্জ বা তাপে থাকিলে লেডের বৈদ্যুতিক বাসায়নিক পাববর্তন হয় না, কিন্তু আর্জ বা তাপের সংস্পর্শে ধাতুটির উপর উষ্ণতা স্বাভাবিক কাবনেটের একটি অতি-পাতলা সাদা আবরণ পড়ে। অধিক উষ্ণতায় বা তাপে বা অক্সিজেনে লেডকে তাপিত করিলে উষ্ণতা হ্রাসে অক্সাইড পাওয়া যায়।



বিশুদ্ধ জলের সহিত লেডের কোন বিক্রিয়া হয় না। কিন্তু জলে যদি অশুদ্ধ লবণ দ্রবীভূত থাকে তাহা হইলে লেড অক্সাইড হইয়া থাকে। লেডের যৌগসমূহ দ্রবীভূত অবস্থায় শরীরের পক্ষে অত্যন্ত ক্ষতিকর বিষ। সেইজন্য পানীয় জল সরবরাহ করিবার সময় সাবধানতা গ্রহণ

করা প্রয়োজন। পানীয় জলে সর্বদাই প্রায় পানিকটী বাই-কার্বনেট, সালফেট প্রভৃতি দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। উহারা লেডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া অক্সিবীয় লেড-কার্বনেট, সালফেট ইত্যাদি উৎপন্ন করে। লেডের এই সমস্ত অক্সিবীয় লবণ ধাতুটির উপর অতি সহজেই একটি কঠিন আবরণের সৃষ্টি করে এবং পরে লেড জলের সহিত সংস্পর্শে আসিবার আর সুযোগ পায় না। এইজন্যই সাধারণতঃ পানীয় জল লেড-পাইপ দ্বারা সরবরাহ করা সম্ভব। পানীয় জল যদি সম্পূর্ণ “সুদূ” হয় এবং উহাতে কোন দ্রবীভূত কার্বনেট বা সালফেট না থাকে তবে লেডের পাইপ ব্যবহার করা সম্ভব নয়।

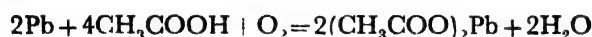
লঘু হাইড্রোক্সিক বা সালফিউবিক অ্যাসিডে লেড সহজে দ্রবীভূত হয় না, কাবণ অল্প একটু বিক্রিয়া কবিলেই লেডের উপর লেড-ক্লোরাইড ও সালফেটের আবরণ পড়িয়া উহাদের ক্রিয়া বন্ধ কবিয়া দেয়। গাঢ় সালফিউবিক অ্যাসিডেব সহিত ফটাতলে, লেড-সালফেট ও সালফাব ডাই-অক্সাইড পাওয়া যায়।



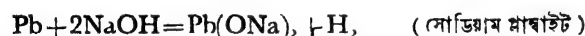
নাইট্রিক অ্যাসিডে সহজেই লেড দ্রবীভূত হয়।



অক্সিজেন থাকিলে অ্যাসিটিক অ্যাসিডেও লেড দ্রব হয় এবং লেড-অ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়।



কস্টিকসোডা বা পটাসেব সহিত গলাইলেও লেড বীরে ধীরে দ্রব হইয়া প্লাস্টাইট-লবণে পরিণত হয়।



**লেডের ব্যবহার :-** চাইপ ধাতু প্রস্তুতিতে প্রচুর লেড ব্যবহৃত হয়। ইহাতে লেড ৮২% অ্যান্টিমনি ১৫% এবং টিন ১.০% থাকে। লেড ও টিনেব সঙ্কর-ধাতু খালাই করার কাজে প্রয়োজন হয়। লেড (২.০%) এবং টিন (৮.০%) হইতে যে সঙ্কর-ধাতু পাওয়া যায় তাহাকে পয়টাব (Pewter) বলে—উহা হইতে নানারকম খালা-বাসন ইত্যাদি তৈয়ারী হয়।

জলের নল, চৌবাচ্চা, সালফিউবিক অ্যাসিডের টাওয়ার প্রভৃতি লেড হইতে প্রস্তুত করা হয়। ব্যাটারী প্রস্তুতিতে এবং ভলিৎবাগী ভারের আধারক হিসাবে লেড সর্বদাই ব্যবহার হয়।

### লেডের যৌগসমূহ

**লেড-অক্সাইড**—লেডেব তিনটি অক্সাইড আছে :—

(১) লেড-মোনোক্সাইড বা লিথার্জ (Litharge),  $\text{PbO}$

ইহার বাংলা নাম, মুদ্রাশঙ্খ।

## লেড

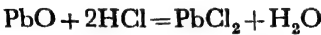
(২) ট্রাইপ্লাস্টিক-টেট্রোক্সাইড বা 'রেড লেড' বা মিনিয়াম  
(Red Lead or minium)— $Pb_3O_4$

ইহার বাংলা নাম সীসসিন্দূর।

(৩) লেড-ডাই-অক্সাইড,  $PbO_2$ ।

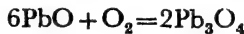
৩৫-৩। লেড-মনোক্সাইড [মুদ্রাশঙ্ক],  $PbO$  : গলিত সীসার উপর দিয়া বায়ু প্রবাহিত করিলে উহা জ্বালিত হইয়া লেড-মনোক্সাইডে পরিণত হয়। উৎপন্ন মনোক্সাইডও সেই উষ্ণতায় গলিত অবস্থাতেই থাকে। শীতল হইলে উহা হলুদ স্ফটিকাকার ধারণ করে।  $2Pb + O_2 = 2PbO$

ইহা একটি উভধর্মী অক্সাইড। জলে অদ্রব্য কিন্তু অ্যাসিড ও ক্ষার উভয়ের সহিতই বিক্রিয়া করিয়া উহা বিভিন্ন লবণ উৎপাদন করে :—

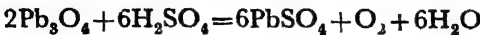


লেড-মনোক্সাইড বড় হিসাবে ব্যবহৃত হয়। কাচ প্রস্তুতিতে, কাচ বা মাটির বাসনের উপর প্রলেপ দিতে, এবং লেডের নানাবিধ যৌগ-প্রস্তুতিতে লেড-মনোক্সাইড প্রয়োজন হয়।

৩৫-৪। ট্রাইপ্লাস্টিক টেট্রোক্সাইড বা রেড-লেড,  $Pb_3O_4$  : পবাবর্ত-চুল্লীতে বিচূর্ণ লেড-মনোক্সাইডকে বায়ুপ্রবাহে কয়েক ঘণ্টা তাপিত করিলে উহা ধীরে ধীরে গাঢ় লাল “বেড-লেডে” পরিণত হয়।

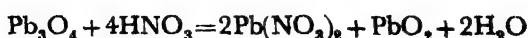


ইহা জলে অদ্রবণীয়। অতিরিক্ত উত্তাপে ইহা বিয়োজিত হইয়া পুনরায় লেড-মনোক্সাইডে পরিণত হয়। ইহার জ্বারণ-ক্ষমতা বিশেষ উল্লেখযোগ্য। গাঢ় অ্যাসিডের সহিত ফুটাইলে, অ্যাসিডসমূহ জ্বালিত হইয়া যায়, যথা :—



কাচশিল্পে, দিয়াশলাই-প্রস্তুতিতে ও রঙ হিসাবে রেড-লেড সাধারণতঃ ব্যবহৃত হয়।

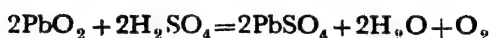
৩৫-৫। **লেড-ডাই-অক্সাইড,  $PbO_2$**  : রেড-লেডের উপর গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার ফলে কাল লেড-ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



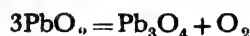
লেড ডাই-অক্সাইড কাল অনিষতাকার পদার্থ। উহা তীব্র জাবণশূণ্যসম্পন্ন। সালফার, কসকবাস প্রভৃতি মৌল উহাব সংস্পর্শে আসিলেই জলিয়া উঠে এবং বিক্ষোবণও সংঘটিত হইতে পারে। সালফার-ডাই-অক্সাইডের সহিত ইহা সোজানুজি যুক্ত হইয়া লেড-সালফেটে পবিণত হয়।



রেড-লেডের অনুরূপ লেড ডাই-অক্সাইডও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক ও সালফিউবিক অ্যাসিডকে কুটন্ত অবস্থায় জারিত করে :—



৪৪০° সেক্টিগ্রেডের অধিক উষ্ণতায় লেড-ডাই-অক্সাইড বিয়োজিত হইয়া রেড-লেডও অক্সিজেনে পবিণত হয় :—



লেড ডাই-অক্সাইড দিয়াশলাই-প্রস্তুতিতে ও বাটাৰীতে ব্যবহৃত হয়। জারক হিসাবে ল্যাবরেটরীতেও ইহার ব্যবহার আছে।

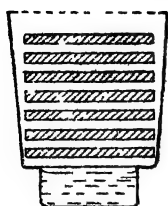
৩৫-৬। **লেড-কার্বনেট,  $PbCO_3$**  : লেডের কোন লবণের জলীয় দ্রবণে সোডিয়াম-বাই কার্বনেট দ্রবণ মিশাইয়া সাদা লেড-কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত করা হয়।



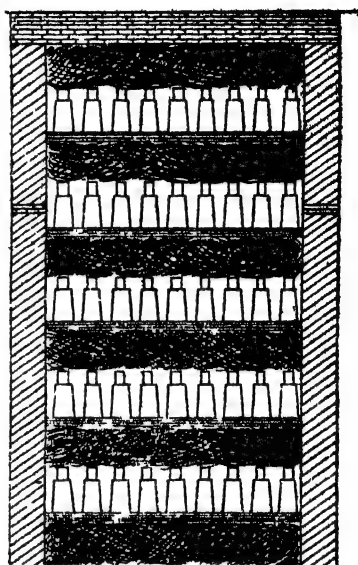
বাই-কার্বনেটের পরিবর্তে সোডিয়াম-কার্বনেট মিশ্রিত কবিলে ক্ষারকীয় লেড-কার্বনেটের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।

একটি বিশেষ ক্ষারকীয়-লেড-কার্বনেট,  $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ , সাদা বও হিসাবে বহুল ব্যবহৃত হয়। বাজারে ইহাব প্রচলিত নাম “সীসশেত” বা “সকেদা” (White Lead)। সস্তা এবং আবরণ-ক্ষমতা সমধিক বলিয়াই ইহার প্রচলন এত বেশী। নানা উপায়ে প্রস্তুত করা সম্ভব হইলেও ডাচ-প্রণালীতে ইহা বেশীর ভাগ তৈয়ারী করা হয়।

স্বেদন (White Lead) প্রস্তুতি। ডাচ-প্রণালী : এই প্রণালীতে চিত্র ৩৫ গ (১)-এর অনুরূপ কড়কগুলি মাটির পাত্রে খানিকটা লঘু অ্যাসিটিক



চিত্র ৩৫ গ—(১)



চিত্র ৩৫ গ—(২)

চিত্র ৩৫ গ—ডাচ প্রণালীতে সীসখণ্ড প্রস্তুতি

অ্যাসিড লওয়া হয়। অ্যাসিডের উপর বাকী অংশটি সীসাব টুকরাতে ভতি থাকে। সীসাব টুকরাগুলি সাধারণতঃ সজ্জিত গোলাকার চাকতির মত হইলে সুবিধা হয় [ চিত্র ৩৫গ (২) ]। এই সীসাব চাকতিগুলি গমন ভাবে বাপা হয় যেন তবল অ্যাসিডের সংস্পর্শে আসিতে না পাবে।

অতঃপর এই মাটির পাত্রগুলি পর পর সারিবদ্ধ ভাবে একটি ঘরের উপর হইতে নীচে পর্যন্ত বিভিন্ন তাকের উপর সাজাইয়া রাখা হয় এবং সমস্ত পাত্রগুলির চারিদিকে ও উপরে ওকগাছের ছালদ্বারা আবৃত করিয়া দেওয়া হয়। যে ঘরে ইহা রাখা হয় তাহার চারিদিকে বায়ু চলাচলের সুবন্দোবস্ত থাকে। অনেক সময় ওকগাছের ছালের পরিবর্তে ঘোড়ার মলও ব্যবহৃত হয়। এইভাবে উহাদিগকে প্রায় ২-৩ মাস বাধিয়া দিলে, সীসাব টুকরাগুলি সীসখেতে পরিণত হইয়া যায়। উহাকে বাহির করিয়া জলে ধোঁত কবা হয় এবং অপরিবর্তিত সীসক হইতে পৃথক করিয়া লওয়া হয়। পরে শুষ্ক-চাপে ত্যাপিত করিয়া উহাদিগকে ভক করা হয়।



ভকের ছাল বা বোড়ার মল প্রথমে পচিতে থাকে। ইহার কলে উত্তাপের সৃষ্টি হয় এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইডও উৎপন্ন হয়। লেড অর্জ বাতাসে লেড-হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয়। উত্তাপের জন্য অ্যাসেটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। অ্যাসিড লেড-হাইড্রক্সাইডের সহিত বিক্রিয়া করে। কলে উহা হইতে লেড-অ্যাসিটেট পাওয়া যায়। এই লেড-অ্যাসিটেট ধীরে ধীরে উপরোক্ত  $Pb(OH)_2$  এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া প্রথমে ক্লারকীয় লেড-অ্যাসিটেট ও পরে সীসবেত বা white lead উৎপাদন করে।



[ AcH অ্যাসেটিক অ্যাসিড ]

## কপার ( তাম্র )

চিহ্ন Cu।

পারমাণবিক ভর ৬৩.৫৪।

ক্রমিক ২৯।

তাম্র বা ব্যবহাব বহু পুরাতন যুগ হইতেই চলিয়া আসিতেছে। প্রায় ছয় হাজার বৎসর পূর্বেও যে তাম্র প্রস্তুত ও ব্যবহৃত হইত তাহা অনেক নিদর্শন পাওয়া যায়।

তাম্র পৃথিবীতে মৌলবিন্যাস পাওয়া যায়, তবে উহার পরিমাণ পৃথিবীর মোট তাম্র তুলনায় খুব বেশী নয়। ইতালী, বাশিয়া, স্পাইডেন ও আমেরিকাতে এরূপ গ্রন্থ-খাতুর খনি আছে। কিন্তু অধিকাংশ তাম্রই প্রকৃতিতে উহার বিভিন্ন যৌগরূপে থাকে। উহার কয়েকটি প্রধান আকরিকের নাম :—

(১) কপার-পাইরাইটস [ মাক্কিক ] (Copper Pyrites),  $CuFeS_2$

(২) চালকোসাইট (Chalcocite),  $Cu_2S$

(৩) কিউপ্রাইট (Cuprite)  $Cu_2O$

(৪) মেলাকোনাইট (Melaconite),  $CuO$

(৫) ম্যালাকাইট (Malachite),  $CuCO_3$ ,  $Cu(OH)_2$

(৬) আজুরাইট (Azurite)  $2CuCO_3$ ,  $Cu(OH)_2$

ভাবতবর্ষে সামান্য কিছু কপার-সালফাইড (পাইরাইটস) খনিজ আছে। বিহারের

সিংভূম জেলার অন্তৰ্গত মুসাবানীতে উহা পাওয়া যায়। ষাটশীলাতে এই খনিজ হইতে তামা প্রস্তুত করা হয়। সিকিম ও দার্জিলিংয়ের নিকটস্থ গাহাড়েও কিছু কপাৰের আকরিক পাওয়া যায়।

**৩৫-৭। কপাৰ-প্রস্তুতি—** (ক) অক্সাইড বা কাৰ্বনেট জাতীয় আকবিক হইতে তামা প্রস্তুত করা খুবই সহজ। বিচূর্ণ আকরিকের সহিত অতিরিক্ত পরিমাণ কাৰ্বন মিশ্রিত করিয়া চুল্লীতে তাপিত করিলেই আকরিক-সমূহ বিজ্জারিত হইয়া ধাতব কপাৰে পৰিণত হয়।

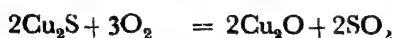
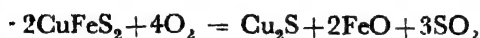


(খ) কিন্তু অধিকাংশ কপাৰই উহাব সর্ধাপেক্ষা সহজলভ্য কপাৰ-পাইবাইটিস  $[\text{CuFeS}_2]$  আকবিক হইতে প্রস্তুত করা হয়। এই খনিজটিতে কপাৰ সালফার ও লৌহের সহিত সংযুক্ত থাকে। আকরিকটি বিজ্জাবিত করিয়া লৌহ ও সালফার হইতে কপাৰ-মুক্ত করা বেশ কষ্টসাধ্য এবং এইজন্য বিশেষ রকমের পদ্ধতি অবলম্বন কবা প্রয়োজন। এই পদ্ধতিটি কয়েকটি প্রক্রিয়ার সাহায্যে সম্পাদিত হয়। প্রক্রিয়াগুলি প্রধানত :—

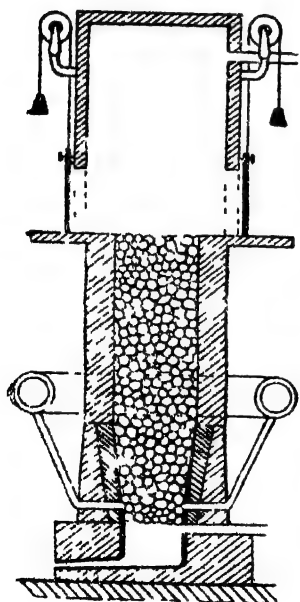
- (১) আকবিকেব গাটীকরণ, (২) তাপজাবণ,
- (৩) তাপজাবিত আকবিকেব বিগলন ও “ম্যাট” (matte) প্রস্তুতি,
- (৪) ‘ম্যাট’ হইতে ণাতু নিষ্কাশন, (৫) উৎপন্ন কপাৰেব বিশোধন।

(১) **আকরিকের গাটীকরণ :—** কপাৰ-পাইবাইটিস খনিজে শতকরা ২-৩ ভাগেব অধিক কপাৰ থাকে না। আয়বন সালফাইড ছাড়া ইহার সহিত অল্পও অনেক অন্যান্য অপ্রয়োজনীয় দ্রব্য মিশ্রিত থাকে। উহাদেব অধিকাংশই সিলিকেট জাতীয়। এই সকল অপদ্রব্য প্রথমেই যথাসম্ভব দূর করা প্রয়োজন। এই উদ্দেশ্যে খনিজটিকে প্রথমে উত্তমরূপে বিচূর্ণ করিয়া জল ও অল্প পরিমাণ পাইন তেলের সহিত মিশ্রিত করা হয়। তেলের সহিত একটু Xanthate যোগও দেওয়া হয়। নীচ হইতে সরু নলের মধ্য দিয়া প্রচুর বায়ু ঐ মিশ্রণের ভিতরে প্রবাহিত করা হয়। ইহাতে তেল ও জলের উত্তমরূপ সংমিশ্রণ হয় এবং উহাব উপরে ফেনা উৎপন্ন হয়। কপাৰ ও অন্যান্য ধাতব সালফাইড-সমূহ এই ফেনাতে ভাসিয়া ওঠে কিন্তু মাটি এবং সিলিকেট জাতীয় দ্রব্যগুলি জলের নীচে থিতাইয়া যায়। উপরের ফেনা হইতে সালফাইড সংগ্রহ করিয়া লওয়া হয়। এইরূপে খানিকটা অপদ্রব্য দূৰ করার পর যে আকরিক পাওয়া যায় উহাতে কপাৰের পরিমাণ প্রায় ৩৫% থাকে।

(২) **তাপজারণ**—গাঢ় আকরিকটিকে অতঃপর একটি পরাবর্ত-চুল্লীতে বায়ুপ্রবাহে তপিত করা হয়। ইহাতে উদ্বায়ী পদার্থগুলি, যথা আর্সেনিক-অক্সাইড, জলীয় বাষ্প, কার্বন-ডাই-অক্সাইড, প্রভৃতি প্রথমে দূর হয়। অতঃপর আকরিকের খানিকটা সালফার জারিত হইয়া সালফার-ডাই-অক্সাইড গ্যাসরূপে নির্গত হইয়া যায়। কিছুটা আয়রন এবং স্বল্প পরিমাণ কপার উহাদের অক্সাইডে পরিণত হয়।



(৩) **বিগলন-সাহায্যে “ম্যাট” ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) প্রস্তুতি**—তাপজারণের পর যে পদার্থ পাওয়া যায়, তাহাতে ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{FeO}$  এবং কিছু  $\text{Cu}_2\text{O}$  থাকে।



অবশ্য ইহাদের সহিত অন্যান্য আবর্জনাও কিছু থাকে। উহাব সঙ্গিত গানিকটা সিলিকা ( $\text{SiO}_2$ ) ও কোক মিশাইয়া একটি ইম্পাত-নির্মিত মার্ক-চুল্লীতে তপিত করা হয়। সমগ্র চুল্লীটো বাহিবেব দিকে শীতল জল-প্রবাহের ব্যবস্থা থাকে এবং ভিতরেব দিকও ইম্পাতের উপর অগ্নিসহ-ইষ্টকেব একটি প্রাবণ থাকে। চুল্লী উপবের প্রাবণ-দ্বার সাহায্যে উহা ভিতরে ক্রমাগত তাপজারিত আকরিক, কোক ও সিলিকাব মিশ্রণ ঢালা হয়। চুল্লীর নীচের দিকে কয়েকটি বড় বড় নলের সাহায্যে উহাব অভ্যন্তরে প্রচুর গুচ্ছ উত্তপ্ত বায়ু পরিচালিত করা হয়। প্রথমে কোক উত্তপ্ত বায়ুতে প্রজ্জলিত হইয়া যথেষ্ট তাপ ও উষ্ণতার সৃষ্টি করে। অধিক উষ্ণতায় আয়রন-সালফাইড-

চিত্র ৩৫—কপারের মার্ক-চুল্লী সমূহ জারিত হইয়া আয়রন-অক্সাইডে পরিণত হয়। কিন্তু কপার-সালফাইডের বিশেষ কোন পরিবর্তন হয় না। যদি কিছু কপার-সালফাইড জারিত হয় অথবা পূর্বের তাপ

জারণকালে কোন কপার-অক্সাইড উৎপন্ন হয়, তবে উহা আয়রন-সালফাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া পুনরায় কপার-সালফাইডে পরিণত হইয়া যায়। আয়রন অপেক্ষা কপারের সালফার-আসক্তি সমধিক বলিয়া ঐক্লপ হয়।



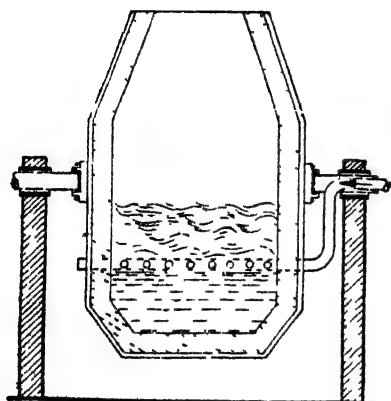
অর্থাৎ মার্কত-চুল্লীতে প্রায় সমুদয় আয়রন অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়, কিন্তু কপার উহার সালফাইড অবস্থাতেই থাকে। এই আয়রন-অক্সাইড সঙ্গে সঙ্গে সিলিকার সহিত যুক্ত হইয়া আয়রন-সিলিকেটে পরিণত হয়।



মার্কত-চুল্লীর নিম্নাংশে উষ্ণতা অত্যন্ত অধিক থাকে। ফলে, আয়রন-সিলিকেট ও কপার-সালফাইড উভয়েই বিগলিত হইয়া যায়। এই গলিত পদার্থগুলি চুল্লীর নাচে একটি প্রাকারে সঞ্চিত হয়। আয়রন-সিলিকেট অনেক দ্রুত বলিয়া উহা গলিত কপার-সালফাইডের উপরে ভাসিয়া থাকে। আয়রন-সিলিকেটের সহিত অন্যান্য অপদ্রব্যাদি মিশ্রিত থাকে। কিন্তু অপরিবর্তিত আয়রন-সালফাইড কপার-সালফাইডের সহিত থাকে। উপর হইতে ধাতু মল হিসাবে আয়রন-সিলিকেট সবাইয়া লইলে কপার-সালফাইড পাওয়া যায়। ইহাকেই “ম্যাট” বলে। ইহাতে সবদাই কিছু আয়রন-সালফাইড থাকে।

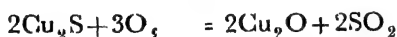
(৪) “ম্যাট” হইতে কপার নিষ্কাশন—গলিত “ম্যাট”কে সোজানুষ্টি মার্কত-চুল্লী হইতে একটি “বিসিয়ার কনভার্টার” চুল্লীতে লইয়া যাওয়া হয়। উহাব সহিত অল্প একটি সিলিকাও মিশ্রিত করা হয়। এই কনভার্টার একটি বিরাট ডিম্বাকৃতি চুল্লী। ইহা ইস্পাতেই তৈয়ারী। ইস্পাতেই দেওয়ালেও ভিতরের দিকটা অগ্নিশ-শক্তিকায় আচ্ছাদিত থাকে। চুল্লীটি মাটিতে বসান থাকে না। উহাকে দুইটি যন্ত্রযুক্ত ঢাকা ও দুইটি শক্ত লৌহপুঞ্জের (Pinion) সাহায্যে ঘুরাইয়া রাখা হয়। চুল্লীর উপরেই মুখটি খোলা থাকে। ইচ্ছা করিলে সম্পূর্ণ চুল্লীটিকে উলুড় করিয়া উহাব ভিতরের পদার্থগুলি ঢালিয়া লওয়া যায় (চিত্র ৩৫৬)।

কনভারটারের মধ্যস্থলে একটি নল প্রবেশ করান থাকে এবং ইহার সাহায্যে গলিত ম্যাটের ভিতর উত্তপ্ত বায়ুপ্রবাহ পরিচালিত করা হয়। প্রথমেই আয়রন-



চিত্র ৩৫৬—কনভারটার (কপার)

সালফাইড জারিত হয় এবং সিলিকা সংযোগে আয়রন-সিলিকেট ধাতুমলে পবিণত হয়। ধাতুমাটি সরাইয়া লওয়া হয়। অতঃপর বায়ু প্রবাহের দ্বারা কপার-সালফাইড কপার-অক্সাইডে পবিণত হইতে থাকে। উৎপন্ন কপার-অক্সাইড সঙ্গে সঙ্গেই অবিকৃত কপার-সালফাইডের সহিত বিক্রিয়া করিয়া কপার ধাতুতে পবিণত হয়। অর্থাৎ, কপার-সালফাইড বায়ুতাপিত হওয়ার ফলে স্বতঃ-বিজ্ঞাপিত হয় :—



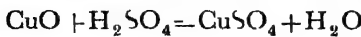
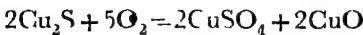
উৎপন্ন কপার ধাতু গলিত অবস্থায় কনভারটাবেব নীচে জড় হইতে থাকে। যে নল দিয়া কনভারটাবেব বায়ু প্রবেশ করে তাহাব নীচে উৎপন্ন কপার সঞ্চিত হয় স্তম্ভবাং আব জাবিত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে না। এইজন্যই বায়ু-বহনকারী নলটি কনভারটাবেব মধ্যস্থলে প্রবেশ করান থাকে। বিক্রিয়াশেষে কনভারটাবটি উপুড় করিয়া গলিত কপার বাহির করিয়া লওয়া হয়। কনভারটাব হইতে যে কপার পাওয়া যায় তাহা বিশুদ্ধ নয়। উহাব বিশোধন প্রয়োজন।

(৫) কপার-বিশোধন—কনভারটাব হইতে উৎপন্ন কপাবেব সহিত কিছু অগ্ন্যাগ্ন ধাতু মিশ্রিত থাকে। এই কপাবে একটি পবাবর্ত-চুলীতে অল্প অল্প বায়ু-প্রবাহে গলান হয়। ভিতবেব দিকে চুলীটির গায়ে একটি সিলিকাব প্রলেপ থাকে। কপাবেব সহিত অগ্ন্যাগ্ন অবব ধাতু যাহা মিশ্রিত থাকে সেগুলি প্রথমে জাবিত হইয়া অক্সাইডে পবিণত হয় এবং তৎপর সিলিকার সহিত সংযুক্ত হওয়ার ফলে ধাতুমলেব সৃষ্টি কবে। ধাতুমল উপব হইতে সরাইয়া লওয়া হয়। কিছুটা কপাবও কপার অক্সাইডে পবিণত হইতে পাবে। এইজন্য অতঃপর

কিছু কোকচূর্ণ গলিত কপারের উপর ছড়াইয়া দেওয়া হয় এবং সমগ্র গলিত কপারকে কাঁচা কার্টের দ্বারা খুব ভালভাবে নাড়িয়া দেওয়া হয়। কাঁচা কার্ট হইতে যে কয়লা ও হাইড্রোক্যার্বন গ্যাস উৎপন্ন হয় তাহা কপার-অক্সাইডের বিজ্ঞাবণে সাহায্য করে। এইভাবে যে কপার পাওয়া যায় তাহাতে প্রায় শতকরা ৯৯ ভাগ কপার থাকে।

**তড়িৎ-বিশোধন**—আবও শুদ্ধতর কপার প্রয়োজন হইলে তড়িৎ-বিশোধনের সাহায্য লওয়া হয়। একটি সেলে কপার-সালফেট দ্রবণ লওয়া হয়। উহার সহিত কিছু লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া উহাকে অম্লীকৃত করা হয়। যে কপারকে বিশোধিত করা প্রয়োজন উহাকে প্রথমে খুব পুরু বড় বড় চতুষ্কোণ পাতে অ্যানোডরূপে কপার-সালফেট লবণে নিমজ্জিত কবিয়া রাখা হয়। খুব পাতলা বিদ্যুৎ কপার-পাত দ্বারা ক্যাথোড তৈয়ারী করা হয়। অ্যানোড ও ক্যাথোড পর পর দ্রবণের ভিতর ঝুলাইয়া দেওয়া হয়। বিদ্যুৎ-প্রবাহ দিলে অ্যানোড হইতে কপার আয়নিত হইয়া দ্রবীভূত হইতে থাকে এবং ক্যাথোডে কপার সঞ্চিত হইতে থাকে। অনেক সময়েই অ্যানোডের চারিদিকে একটি সূক্ষ্ম বাষ্পের বা মসলিনের থলে রাখা হয়। গোল্ড, সিলভার, প্লাটিনাম প্রভৃতি অদ্রাব্য পাত্তগুলি উহাতে সঞ্চিত হয়। বলা বাহুল্য, যদিও পরিমাণে সামান্য তবু তড়িৎ-বিশোধনের এই গাদ খুব মূল্যবান এবং বরখাত্ত প্রস্তুতি ইহা একটি উপায়। তড়িৎ-বিশোধিত কপারের ভিতর এই ধাতুর পরিমাণ ৯৯.৯৯%।

(গ) **সিক্ত-প্রণালীতে কপার প্রস্তুতি**—কখনও কখনও আকরিক মধ্যস্থ অদ্রবণীয় কপার যৌগটিকে কপারের দ্রবণীয় যৌগে পরিণত করা হয়। পরে জল প্রাচায়ে উহাকে অন্ত্যায় অবজ্ঞা হইতে পৃথক করা লওয়া হয় এবং তৎপর এই পৃথকীকৃত যৌগ হইতে ধাতু নিষ্কাশিত করা হয়। কয়েক হাজার টন পাইবাসটিন আকরিক বিচূর্ণ করিয়া সিক্ত অবস্থায় বাতাসে ফেলিয়া রাখা হয়। কয়েক মাস ৭৫ ভাবে থা বলে উহার সালফাইড-সমূহ জারিত হইয়া সালফেটে পরিণত হইতে থাকে।



যেখান আকরিক চূর্ণ সূগীকৃত কবিয়া রাখা হয়, তাহার পাশে বড় একটি সিমেন্টের চৌবাচ্চাতে কপার-সালফেট ও ফেবাস সালফেট দ্রবণ আদিয়া সঞ্চিত

হয়। এই দ্রবণে থানিকটা শোহচর দিলেই কপার প্রতিলিপিত হইয়া বাহির হইয়া আসে। পরে উহাকে ছাঁকিয়া পৃথক করা হয় ও বিশোধিত করা হয়।



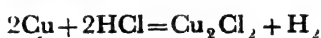
৩৫৮। কপারের বর্ণ—কপার ধাতুর একটি বিশেষ লাল রঙ আছে, উহাকে “তামাটে লাল” বলা হয়। ইহার ঘাতসহতা এবং তাপ ও বিদ্যুৎ-পরিবহন-ক্ষমতা বিশেষ উল্লেখযোগ্য। ইহার ঘনত্ব ৮৮৫, গলনাঙ্ক  $১০৮৩^{\circ}$  সেন্টিগ্রেড।

শুষ্ক বাতাসে কপারের কোন পরিবর্তন হয় না। কিন্তু আর্দ্র বাতাসে দীর্ঘকাল থাকিলে উহার উপরে কপার-অক্সাইডের একটি সূক্ষ্ম আবরণ পড়ে এবং অনেক সময়ে ক্ষারকীয় সালফেটের আবরণও পড়িতে দেখা যায়। বাতাসে বা অক্সিজেনে উত্তপ্ত করিলে কপার উহার অক্সাইডে পরিণত হইয়া কাল হইয়া যায়।

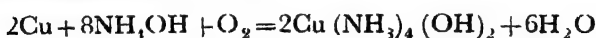


লবু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা কপার মোটেই আক্রান্ত হয় না। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সহযোগে বাতাসে কপার তাপিত করিলে কপার-ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।  $2\text{Cu} + 4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

কিন্তু হাইড্রোজেন-ক্লোরাইড গ্যাস উত্তপ্ত কপারের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে কিউপ্রাস-ক্লোরাইড পাওয়া যায়।



ক্ষারক দ্রবণে কপারের কোন পরিবর্তন হয় না। কিন্তু অক্সিজেনের সাহায্যে গাঢ় অ্যামোনিয়াতে কপার চূর্ণ দীর্ঘ দীর্ঘ দ্রবীভূত হইয়া গাঢ় নীল কিউপ্রো অ্যামোনিয়াম-হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয় :—



কপারের ব্যবহার—বিদ্যুৎ-শিল্পে কপারের ব্যবহার বিশেষ উল্লেখযোগ্য। বিদ্যুৎ-সরবরাহের জন্য অধিকাংশ ক্ষেত্রেই কপারের তার ব্যবহৃত হয়। বিদ্যুৎ-প্রলেপন ব্লক তৈয়ারী প্রভৃতিতেও কপার ব্যবহৃত হয়। গৃহস্থের ব্যবহার্য বাসনপত্রও কোন কোন সময় কপার হইতে তৈরী হয়। মুদ্রা প্রস্তুতিতে কপার অল্পতম উপাদান।

কপার অক্সিজেন ধাতুর সহিত সংমিশ্রণের ফলে নানাকপ প্রয়োজনীয় সঙ্কর-ধাতু উৎপাদন করে। যথা :—

(১) পিতল,  $[\text{Cu} + \text{Zn}]$

(৪) বোনল মেটেল,  $[\text{Cu} + \text{Ni}]$

(২) ব্রোঞ্জ,  $[\text{Cu} + \text{Sn} + \text{Zn}]$

(৫) বেল মেটেল (কাস),  $[\text{Cu} + \text{Sn}]$

(৩) জার্মান সিলভার,  $[\text{Cu} + \text{Zn} + \text{Ni}]$

৩৫-৯। কিউপ্রিক সালফেট বা কপার-সালফেট,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (ভূঁতে) : গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ফুটন্ত অবস্থায় কপারের সহিত বিক্রিয়া করে এবং কপার-সালফেট উৎপাদন করে :—



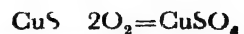
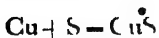
লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে কপার অক্সাইড দ্রবীভূত করিয়াও কপার সালফেট প্রস্তুত করা সম্ভব :—  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

উৎপন্ন কপার-সালফেটের দ্রবণটি গাঢ় করিয়া লইয়া ঠাণ্ডা করিলে নীল রঙের সোদক কপার সালফেট স্ফটিক ক্রোশাসিত হয়। উহাতে প্রত্যেকটি কপার-সালফেট অণুর সহিত পাঁচটি জলের অণু যুক্ত থাকে। ইহার ইংবেঞ্জী নাম ‘ব্লু-ভিট্রিয়ল’।

অধিক পরিমাণে কপার সালফেট প্রয়োজন হইলে নিম্নোক্ত উপায়ের সাহায্যে উহা প্রস্তুত কর হয় :—

(১) কপার পাতিবাচটিস গ্রাপফারকৃত কম উষ্ণতায় আর্গনিক বায়ুপ্রবাহে তাপজারিত ও কর হয় (Roasted)। ইহাতে কপার সালফাইড কপার-সালফেটে এবং আয়রন সালফাইড আয়রন অক্সাইডে পরিণতি লাভ করে। অতঃপর উহাকে জলেব সহিত ফুটাইয়া লইয়া কপার-সালফেট জলে দ্রবীভূত হয়। অগ্ৰাগ্র পদার্থ হইতে পৃথক হইয়া আসে। দ্রবণটিকে গাঢ় অবস্থায় শীতল করিলে কপার সালফেট ক্রোশিত হয়।

(২) কপারের ছিলা কপারের ভাঙা চুকণা প্রভৃতি উপযুক্ত পরিমাণ সালফারের সহিত মিশাইয়া পবাবত-চুল্লীতে উত্তপ্ত করিলে কপার-সালফাইড পাওয়া যায়। অতঃপর উহাকে বায়ুপ্রবাহে আবণ্ড তাপিত করিলে উহা কপার-সালফেটে পরিণত হয়। চুল্লী হইতে বাহির করিয়া জলে ফুটাইয়া কপার-সালফেট দ্রবণ প্রস্তুত করা হয় এবং বশারীতে  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ক্রোশিত করা হয়।



কিউপ্রিক সালফেট নীলবর্ণের স্ফটিকাকারে পাওয়া যায়। এই সোদক স্ফটিকগুলি উত্তপ্ত করিলে উষ্ণতা-বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে উহা জল উৎসর্গ করে এবং ২৩০° সেন্টিগ্রেডে উহা অনর্দ্র সাদা অনিয়তাকার কপার-সালফেটে পরিণত হয়।



কিউপ্রিক সালফেট জলে যথেষ্ট দ্রবণীয়। অ্যামোনিয়াম সহিত মিশাইলে কপার-সালফেট কিউপ্রো-অ্যামোনিয়াম যৌগে পরিণত হয়।

পটাসিয়াম-আয়োডাইড এবং পটাসিয়াম-সায়নাইডের সহিত কপার-সালফেট বিক্রিয়া করে এবং কিউপ্রাস-যৌগে পরিণত হয় :—



কপার-সালফেট তড়িৎ-লেপনের জন্য প্রয়োজন হয়। বাগবন্ধক (mordant) হিসাবেও ইহা ব্যবহৃত হয়। জীবাণু এবং কীট-বিনাশক রূপেও ইহার ব্যবহার আছে।

## ষট্‌ত্রিংশ অধ্যায়

### রাসায়নিক গণনা

রাসায়নিক বিক্রিয়াতে যে সকল পদার্থ অংশ গ্রহণ করে তাহাদের, অথবা বিক্রিয়াজাত পদার্থসমূহের পরিমাণ, আয়তন, সঙ্কেত প্রভৃতি বিভিন্ন পরীক্ষার ফলাফল হইতে গণনা দ্বারা নির্ধারণ সম্ভব। এই সকল গণনাতে রাসায়নিক সংযোগসূত্র, অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প এবং সমীকরণের সাহায্য লওয়া হয়। কয়েকটি সাধারণ গণনার বিষয় এখানে আলোচনা করা হইতেছে।

#### ১। যৌগের সঙ্কেত হইতে উপাদানসমূহের পরিমাণ নির্ণয়—

যৌগিক পদার্থের সঙ্কেত হইতে উহার মৌলগুলির পাব্যাবিক গুরুত্বসমূহ যোগ করিয়া উহার আণবিক গুরুত্ব জানা যায়। পদার্থটিব আণবিক গুরুত্বের পরিমাণে কোন্ উপাদান কতটুকু আছে তাহাও জানা যায়। অতএব, যৌগটিতে উহার বিভিন্ন উপাদানগুলিব শতকরা অল্পপাত বাহির করা যায়।

(ক) সালফিউরিক অ্যাসিডে উহার উপাদানগুলির শতকরা কি অল্পপাতে আছে বাহির কর।

$H_2SO_4 = 2 \times 1 + 1 \times 32 + 8 \times 16 = 98$  (আণবিক গুরুত্ব)। অর্থাৎ, ৯৮ গ্রাম সালফিউরিক অ্যাসিডে ২ গ্রাম হাইড্রোজেন, ৩২ গ্রাম সালফার এবং ৬৪ গ্রাম অক্সিজেন আছে।

$$\text{অতএব, হাইড্রোজেনের পরিমাণ} = \frac{2}{98} \times 100 = ২.০৪\%$$

$$\text{অক্সিজেনের পরিমাণ} = \frac{64}{98} \times 100 = ৬৫.৩০৬\%$$

$$\text{সালফারের পরিমাণ} = \frac{32}{98} \times 100 = ৩২.৬৫৩\%$$

(খ) ক্যালসিয়াম-কার্বনেটের উপাদানসমূহের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় কর।  
ক্যালসিয়াম-কার্বনেটের সংকেত,  $CaCO_3$ ।

$$\text{উহার আণবিক গুরুত্ব, } 40 + 12 + 3 \times 16 = 100।$$

অতএব ১০০ ভাগ ক্যালসিয়াম-কার্বনেটে ৪০ ভাগ ক্যালসিয়াম, ১২ ভাগ কার্বন ও ৪৮ ভাগ অক্সিজেন আছে। অর্থাৎ

$$\text{ক্যালসিয়াম} = \frac{40}{100} \times 100 = ৪০\%, \quad \text{কার্বন} = \frac{12}{100} \times 100 = ১২\%$$

$$\text{অক্সিজেন} = \frac{48}{100} \times 100 = ৪৮\%$$

(গ) কোন কোন সময় যৌগিক পদার্থের কোন উপাদান-মৌলটির পরিমাণ সোজাসুজি বাহ্যিক করা হয় না, অন্য কোন যৌগ বা মূলক রূপে হিসাব করা হয়। যেমন, ক্যালসিয়াম ফসফেটের ক্ষয়ক্ষতি  $P_2O_5$  হিসাবে নির্ণয় করা।

$$\text{ক্যালসিয়াম-ফসফেটের সংকেত, } Ca_3(PO_4)_2।$$

$$\text{উহার আণবিক গুরুত্ব} = 3 \times 40 + 2 \times (31 + 4 \times 16) = 310।$$

ক্যালসিয়াম ফসফেটকে  $[2CaO, P_2O_5]$  এইরূপ মনে করা যাইতে পারে।

$$P_2O_5 \text{ এর গুরুত্ব} = 2 \times 31 + 5 \times 16 = 142।$$

∴ ৩১০ ভাগ ক্যালসিয়াম-ফসফেট হইতে ১৪২ ভাগ  $P_2O_5$  পাওয়া যায়।

$$\text{অর্থাৎ, } P_2O_5 \text{ এর পরিমাণ} = \frac{142 \times 100}{310} = ৪৫.৮\%$$

(ঘ) ডলোমাইটে কার্বন-ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ কত ?

ডলোমাইটের সংকেত,  $CaCO_3, MgCO_3$ , অর্থাৎ,  $(CaO, MgO, 2CO_2)।$

$$\text{ডলোমাইটের আণবিক গুরুত্ব} = (80 + 12 + 80) + (28 + 12 + 80) \\ = 188$$

$$\text{CO}_2\text{-এর আণবিক গুরুত্ব} = 12 + 32 = 44$$

অতএব, ওজন হিসাবে,

১৮৪ ভাগ ডলোমাইটে  $2 \times 44 (= 88)$  ভাগ  $\text{CO}_2$  আছে

$$\therefore \text{কার্বন-ডাই অক্সাইডের পরিমাণ} = \frac{88}{188} \times 100 = 46.8\%$$

(ঙ) কপার-সালফেটের সোদক ক্ষটিকে জলের পরিমাণ কত ?

কপার-সালফেটের সংকেত  $\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}$

উহার আণবিক গুরুত্ব -  $63.5 + 32 + 64 + 5 \times 18 + 10 = 249.5$

এবং উহাতে ৫টি জলের অণু অর্থাৎ  $5 \times 18 (= 90)$  ভাগ জল আছে।

$$\text{অতএব, সোদক কপার-সালফেটে জলের পরিমাণ} = \frac{90}{249.5} \times 100 \\ = 36.09\%।$$

### অনুশীলন

- (১) হিমাটাইট আকবিকে আয়রনের অনুপাত কত ?
- (২) বিস্ফোরক বক্সাইটে অ্যালুমিনিয়াম ও সিনাবারে মারকারির অনুপাত নির্ণয় কর।
- (৩) জিপসাম ও অ্যানহাইড্রাইট আকবিকে উপাদানগুলি শতকরা কত পরিমাণে আছে ?
- (৪) অ্যামোনিয়াম-সালফেটে ও অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটে উহাদের উপাদানগুলি কি পরিমাণে আছে
- (৫) পটার্সিয়াম ক্রোমোসাফানাইডের  $(\text{K}_2\text{FeC}_6\text{N}_6)$  উপাদান চারিটি শতকরা পরিমাণ বাহির কর
- (৬) একশত গ্রাম অ্যামোনিয়াম ক্রোমোসাফানাইটে  $[(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6]$  কতটুকু প্লাটিনাম আছে ?
- (৭) একশত গ্রাম অ্যালুমে  $[\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}]$  কতখানি অ্যালুমিনিয়াম আছে ?
- (৮) চিনি  $(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})$  এবং স্পিরিটের  $(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})$  কার্বনের শতকরা পরিমাণ কত হইবে ?
- (৯) নিম্নলিখিত সোদক ক্ষটিকগুলিতে জলের অংশ কত হইবে ?

(ক) সোডা,  $\text{Na}_2\text{CO}_3, 10\text{H}_2\text{O}$

(খ) সোডাস,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7, 10\text{H}_2\text{O}$

(গ) কেরিক-ক্লোরাইড,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

(ঘ) ম্যাগনেসিয়াম-সালফেট,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

- (১০) মার্বেল পাথরের ক্যালসিয়ামটি চুন হিসাবে নির্ণয় কর।
- (১১) অ্যানহাইড্রাইট আকরিকের ( $\text{CaSO}_4$ ) কত অংশ  $\text{SO}_2$  হিসাবে পাওয়া সম্ভব?
- (১২) কেরাস সালফেটের ( $\text{FeSO}_4$ ) শতকরা কত অংশ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  হিসাবে পাওয়া যায়?
- (১৩) অ্যামোনিয়াম সালফেটে  $\frac{1}{2}$  ক পরিমাণ অ্যামোনিয়া আছে।
- (১৪) কাওলিনে ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) সিলিকা শতকরা পরিমাণ কত।
- (১৫) পটাসিয়াম-ক্লোরেট ও সোডিয়াম ক্লোরেটের প্রতি পাউন্ডের দাম একই। এই দুইটি পদার্থ পৃথক উদ্ভূত করিয়া অক্সিজেন প্রস্তুত করা হইলে, অক্সিজেন উৎপাদনের ব্যয়ের অনুপাত কি হইবে।
- (১৬) এক গ্রাম একটি যৌগ হইতে ০.১১৬৮ গ্রাম কপার পাওয়া গেল। সহ যৌগের ভিত্তি  $\text{CuO}$ -এর শতকরা পরিমাণ কত।

## ২। উপাদানসমূহের পরিমাণ হইতে যৌগিক পদার্থের স্থূল-সঙ্কেত নির্ণয়—

কোন যৌগের উপাদানগুলি উদ্ধৃতিতে ওজনের কি অনুপাতে আছে জানা থাকিলে যৌগ পদার্থটির স্থূল সঙ্কেত অনায়াসেই বাহির করা যায়। স্থূল-সঙ্কেত বাহির করার মোটামুটি নিয়মটি এই :—যে ওজনে উপাদানগুলি সংযুক্ত থাকে, সেই ওজনগুলিকে উহাদের নিজ নিজ পারমাণবিক গুরুত্ব দ্বারা ভাগ করিয়া যৌগিক পদার্থটিতে উপাদানগুলির পৰমাণু-সংখ্যার অনুপাতটি প্রথমে বাহির করিতে হইবে। অতঃপর এই অনুপাতটিকে উহাদের মধ্যে যে রাশিটি সর্বাপেক্ষা ছোট উহা দ্বারা ভাগ করিয়া সরলতর করিতে হইবে। এই অনুপাতটি স্থূল অনুপাত হওয়া দরকার। এই অনুপাত গ্রহণ করার সময় যদি কোন রাশি পূর্ণসংখ্যার খুব কাছাকাছি হয় তবে আসন্ন পূর্ণসংখ্যাটি গ্রহণ করিতে হইবে। তাহা না হইলে উহাদের ল. সা. গু. বাহির করিয়া উহাকে সর্বল অনুপাতে পরিণত করিতে হইবে।

উপরোক্ত নির্ণয়ে উপাদান পৰমাণুগুলি সংখ্যা হিসাবে যে অনুপাতে যুক্ত তাহাই জানা যায়। ইহা হইতে যৌগটির একটি অণুতে কয়েকটি পরমাণু বর্তমান তাহা জানা সম্ভব নয়। সুতরাং যে সঙ্কেতটি বাহির করা যায়, তাহা স্থূল-সঙ্কেত (Empirical formula), আণবিক সঙ্কেত নহে। আণবিক সঙ্কেত (Molecular formula) জানিতে হইলে, আণবিক গুরুত্বও জানা থাকা দরকার।

কোন পদার্থের উপাদানের পরিমাণ সাধারণতঃ শতকরা অংশ হিসাবে প্রকাশ করা হয়। এই শতকরা হার ওজনের হিসাবে বা আয়তনের হিসাবে হইতে পারে।

সাধারণতঃ কঠিন পদার্থের উপাদানগুলি ওজনের হিসাবে শতকরা অংশে প্রকাশিত হয়। যথা, মার্বেল পাথরে শতকরা ৪০ ভাগ ক্যালসিয়াম আছে। অর্থাৎ ১০০ গ্রাম মার্বেল পাথরে ৪০ গ্রাম ক্যালসিয়াম বর্তমান।

আবার, তরলমিশ্রে বা দ্রবণেব ভিতর কোন উপাদানের পরিমাণ প্রকাশ করিতে সচবাচব আয়তনেব ১০০ ভাগ মিশ্রে ওজনেব কত পরিমাণ উপাদান আছে তাহাই উল্লিখিত হয়। যথা,—“শতকরা ৫ ভাগ সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ” বলিলে ১০০ ঘনসেন্টিমিটার দ্রবণে ৫ গ্রাম সোডিয়াম ক্লোরাইড আছে বুঝা যায়। “শতকরা ৩৩ ভাগ নাইট্রিক অ্যাসিড” বলিলে সাধারণতঃ ১০০ ঘনসেন্টিমিটার অ্যাসিডে ৩৩ গ্রাম নাইট্রিক অ্যাসিড আছে ধরা হইবে।

**উদাহরণ ১।** চূনের ভিতর ক্যালসিয়াম ও অক্সিজেনেব ওজনের অনুপাত = ৫ : ২। উহাব স্থূল সংকেত কি হইবে? [Ca = ৪০, O = ১৬]

ওজনের অনুপাত, Ca O = ৫ : ২

পরমাণু সংখ্যাব অনুপাত, Ca O =  $\frac{৫}{৪০} : \frac{২}{১৬} = \frac{১}{৮} : \frac{১}{৮} = ১ : ১$

অতএব, চূনেব স্থূল-সংকেত, CaO

**উদাহরণ ২।** মার্বেল-পাথর ক্যালসিয়াম, কার্বন ও অক্সিজেনের যুগ্ম। ওজনের হিসাবে উপাদানগুলিব অনুপাত—Ca O C = ৫ : ৬ : ১৫।

মার্বেলের স্থূল-সংকেত নির্ণয় কর। [Ca = ৪০, O = ১৬, C = ১২]

ওজনের অনুপাতে Ca O C = ৫ : ৬ : ১৫  
= ১০ : ১২ : ৩০

পরমাণু সংখ্যাব অনুপাতে, Ca O C =  $\frac{১০}{৪০} : \frac{১২}{১৬} : \frac{৩০}{১২} = ১ : ৩ : ১$

অতএব, মার্বেলেব স্থূল-সংকেত হইবে,  $\text{CaO}_3\text{C}$  অথবা  $\text{CaCO}_3$ ।

**উদাহরণ ৩।** কার্বন ও হাইড্রোজেনের একটি যৌগেব ভিতর কার্বনের পরিমাণ ৪৮% হইলে, পদার্থটির স্থূল-সংকেত কি হইবে? [C = ১২]

পদার্থটিতে কার্বন = ৮৪%  $\therefore$  হাইড্রোজেন =  $১০০ - ৮৪ = ১৬\%$

$\therefore$  ওজনের অনুপাত C : H = ৮৪ : ১৬

পরমাণু-সংখ্যার অনুপাত  $C : H = \frac{৮৪}{১২} : \frac{১৬}{১} = ৭ : ১৬$

$\therefore$  পদার্থটির স্থূল সংকেত,  $C_7H_{16}$ ।

**উদাহরণ ৪।** পটাসিয়াম সালফেটে শতকরা ৪৪.৮২ ভাগ পটাসিয়াম ও শতকরা ৩৬.৭৮ ভাগ অক্সিজেন আছে। উহার স্থূল-সংকেত কি হইবে? [K = ৩৯, S = ৩২, O = ১৬]

পটাসিয়াম-সালফেটে, পটাসিয়াম, সালফার ও অক্সিজেন আছে।

পটাসিয়ামের পরিমাণ = ৪৪.৮২% অক্সিজেনের পরিমাণ = ৩৬.৭৮%

$\therefore$  সালফারের পরিমাণ =  $১০০ - ৪৪.৮২ - ৩৬.৭৮ = ১৮.৪\%$

অতএব, ওজনের অনুপাতে, K S O — ৪৪.৮২ ১৮.৪ ৩৬.৭৮

$\therefore$  পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে, K S O =  $\frac{৪৪.৮২}{৩৯} : \frac{১৮.৪}{৩২} : \frac{৩৬.৭৮}{১৬}$   
 $= ১.১৫ : ০.৫৭ : ২.২২$

ইহাদের মধ্যে সবাপেক্ষা ছোট বাশি, ০.৫৭। অনুপাতটি ০.৫৭ দ্বারা ভাগ করিয়া, উহাকে সবলতর করা যাইতে পারে।

$\therefore$  K S O  $\frac{১.১৫}{০.৫৭} : \frac{০.৫৭}{০.৫৭} : \frac{২.২২}{০.৫৭}$   $২.০১ : ১ : ৪.০১$

২.০১ এবং ৪.০১ এই সংখ্যাগুলি প্রায় পূর্ণসংখ্যার সমান। সুতরাং উহার পরিবর্তে আসন্ন পূর্ণসংখ্যা ২ এবং ৪ ধরিয়া লইতে হইবে। অতএব, পটাসিয়াম-সালফেটের স্থূল-সংকেত হইবে,  $K_2SO_4$ ।

**উদাহরণ ৫।** সোডিয়াম-কসকেট লবণে Na = ১২.১৬%, হাইড্রোজেন = ১.৬৬% এবং কসফরাস = ২৫.৮৩% আছে। বাকী অংশটুকু অক্সিজেন। অনার্দ্র সোডিয়াম-কসকেটের স্থূল-সংকেত বাহির কর। [Na = ২৩, O = ১৬, P = ৩১]

সোডিয়াম-কসকেটে অক্সিজেনের পরিমাণ

=  $১০০ - ২৫.৮৩ - ১.৬৬ - ১২.১৬ = ৫০.৩৫\%$

অতএব, ওজনের অনুপাতে—

$$\text{Na} : \text{H} : \text{P} : \text{O} = ১২ \cdot ১৬ : ১ \cdot ৬৬ : ২৫ \cdot ৮৩ : ৫০ \cdot ৩৫$$

∴ পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে,

$$\begin{aligned} \text{Na} : \text{H} : \text{P} : \text{O} &= \frac{১২ \cdot ১৬}{২৩} : \frac{১ \cdot ৬৬}{১} : \frac{২৫ \cdot ৮৩}{৩১} : \frac{৫০ \cdot ৩৫}{১৬} \\ &= ৮৩৩ : ১ \cdot ৬৬ : ৮৩৩ : ৩ \cdot ৩৩৪ \end{aligned}$$

ইহাদের মধ্যে সবচেয়ে ছোট রাশি, ৮৩৩। সমস্ত রাশিগুলিকে ইহার দ্বারা ভাগ করিলে অনুপাতটি হইবে :—

$$\begin{aligned} \text{Na} : \text{H} : \text{P} : \text{O} &= \frac{৮৩৩}{৮৩৩} : \frac{১ \cdot ৬৬}{৮৩৩} : \frac{৮৩৩}{৮৩৩} : \frac{৩ \cdot ৩৩৪}{৮৩৩} \\ &= ১ : ১ \cdot ২২ : ১ : ৪ \cdot ০১ \end{aligned}$$

১২২ এবং ৪০১ প্রায় পূর্ণসংখ্যার সমান বলিয়া উহাদ্বয়কে যথাক্রমে আসন্ন পূর্ণসংখ্যা ২ এবং ৪ মনে করা যাইতে পারে। অর্থাৎ, পরমাণু-সংখ্যার অনুপাত হইবে— $\text{Na} : \text{H} : \text{P} : \text{O} = ১ : ২ : ১ :$

অতএব, সোডিয়াম-ফসফেটের স্থূল-সঙ্কেত হইবে,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ।

**উদাহরণ ৬।** ক্লোরোকর্ম, কার্বন, হাইড্রোজেন ও ক্রোরিনের সংযোগে উৎপন্ন। উহাতে ক্রোরিন ৮২·১২% এবং কার্বন ১০·০৪% আছে। ক্লোরোকর্মের বাষ্প-ঘনত্ব = ৫২·৭৫ হইলে, উহার আণবিক সঙ্কেত কি হইবে ?

$$\text{ক্লোরোকর্ম } \text{Cl} = ৮২ \cdot ১২\% \quad \text{C} = ১০ \cdot ০৪\%$$

অতএব, হাইড্রোজেনের পরিমাণ—

$$\text{H} = ১০০ - ৮২ \cdot ১২ - ১০ \cdot ০৪ = ০ \cdot ৮৪\%$$

ওজনের অনুপাতে,  $\text{C} : \text{H} : \text{Cl} = ১০ \cdot ০৪ : ০ \cdot ৮৪ : ৮২ \cdot ১২$

অর্থাৎ, পরমাণু-সংখ্যার অনুপাতে,

$$\begin{aligned} \text{C} : \text{H} : \text{Cl} &= \frac{১০ \cdot ০৪}{১২} : \frac{০ \cdot ৮৪}{১} : \frac{৮২ \cdot ১২}{৩৫ \cdot ৫} \\ &= ৮৩৭ : ৮৪ : ২ \cdot ৫১ \end{aligned}$$

সবাপেক্ষা ছোট ৮৩৭ দ্বারা বাশিগুলিকে ভাগ করিয়া অনুপাতটিকে সরলতর করিলে,

$$\begin{aligned} \text{C} : \text{H} : \text{Cl} &= \frac{৮৩৭}{৮৩৭} : \frac{৮৪}{৮৩৭} : \frac{২ \cdot ৫১}{৮৩৭} \\ &= ১ : ১ \cdot ০০৪ : ৩ = ১ : ১ : ৩। \end{aligned}$$

অতএব, ক্লোরোফর্মের স্থূল-সঙ্কেত হইবে  $\text{CHCl}_3$ । উহার আণবিক সঙ্কেত বনে কর,  $(\text{CHCl}_3)_n$ ,  $n$  একটি পূর্ণসংখ্যা। এই আণবিক সঙ্কেত গ্রহণ করিলে উহার আণবিক গুরুত্ব হইবে,

$$(\text{CHCl}_3)_n = n \times 12 + n \times 1 + 3n \times 35.5 \\ = 112.5 n$$

কিন্তু উহার বাষ্প-ঘনত্ব,  $42.95$ ।

$$\text{অর্থাৎ আণবিক গুরুত্ব} = 2 \times 42.95 = 85.9$$

$$\therefore 112.5 n = 85.9 \quad \therefore n = 1$$

অর্থাৎ, ক্লোরোফর্মের আণবিক সঙ্কেত,  $\text{CHCl}_3$ ।

**উদাহরণ ৭।** চিনিতে কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন আছে। উহার কার্বন ও হাইড্রোজেনের পরিমাণ,  $\text{C} = 82.11\%$ ,  $\text{H} = 6.87\%$ । চিনির স্থূল-সঙ্কেত কি হইবে? [ $\text{C} = 12$ ,  $\text{O} = 16$ ]

$$\text{অক্সিজেনের পরিমাণ} = 100 - 82.11 - 6.87 = 11.02\%$$

অতএব ওজনের অনুপাতে,

$$\text{C H O} = 82.11 \quad 6.87 \quad 11.02$$

পবমানু সংখ্যার অনুপাতে

$$\text{C H O} = \frac{82.11}{12} : \frac{6.87}{1} : \frac{11.02}{16} \\ = 6.84 : 6.87 : 0.689$$

সর্বাপেক্ষা ছোট ০.৬৮৯ দ্বারা ভাগ করিলে অনুপাতটি হইবে

$$\text{C : H : O} = \frac{6.84}{0.689} : \frac{6.87}{0.689} : \frac{0.689}{0.689} \\ = 10 : 10 : 1$$

পূর্ণসংখ্যার অনুপাতে প্রকাশ করিতে ইহাকে অন্ততঃ ১১ দ্বারা গুণ করা প্রয়োজন, তাহা হইলে

$$\text{C : H : O} = 110 : 110 : 11 \\ = 10 : 10 : 1 \quad (\text{আসন্ন পূর্ণসংখ্যাতে ধরিয়া})$$

$\therefore$  চিনির স্থূল-সঙ্কেত হইবে,  $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_1$ ।



**উদাহরণ ৮।** একটি গ্যাসীয় যৌগিক পদার্থ কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত। উহার বাষ্প-ঘনত্ব ২৭ এবং উহাতে শতকরা ওজনের ৮৮.৮৮ ভাগ কার্বন আছে। উহাব আণবিক সংকেত নির্দেশ কর।

যৌগিক পদার্থটিতে কার্বনের পরিমাণ,  $C = ৮৮.৮৮\%$

∴ উহাতে হাইড্রোজেনের পরিমাণ  $= ১০০ - ৮৮.৮৮ = ১১.১২\%$

অতরাং উহাতে মৌল দুইটির পবমাণু-সংখ্যার অনুপাত হইবে :—

$$C : H = \frac{৮৮.৮৮}{১২} : \frac{১১.১২}{১}$$

$$= ৭.৪০৭ : ১১.১২$$

$$\frac{৭.৪০৭}{৭.৪০৭} : \frac{১১.১২}{৭.৪০৭}$$

[ ছোট সংখ্যাটির দ্বারা ভাগ করিয়া ]

$$১ : \frac{৩}{২} = ২ : ৩$$

অতএব, পদার্থটির স্থূল-সংকেত হইবে,  $C_2H_3$ ।

মনে কর, উহাব আণবিক সংকেত,  $(C_2H_3)_n$  (  $n$  একটি পূর্ণসংখ্যা )

অর্থাৎ, উহাব আণবিক গুরুত্ব  $= ২n \times ১২ + ৩n \times ১$ ।

কিন্তু উহাব বাষ্প-ঘনত্ব ২৭,

অতরাং আণবিক গুরুত্ব  $= ২ \times ২৭ = ৫৪$ ।

$$\therefore ২n \times ১২ + ৩n \times ১ = ৫৪$$

অথবা,  $২৭n = ৫৪$ ,  $n = ২$

∴ উহাব আণবিক সংকেত,  $(C_2H_3)_2$  অর্থাৎ  $C_4H_6$ ।

### অনুশীলন

(১) পটাসিয়াম ক্লোরেটে উহার উপাদানগুলি নিম্নলিখিত ওজনের অনুপাতে থাকিলে উহার স্থূল-সংকেত কি হইবে?  $K : Cl : O = ১ : ০.৯১ : ১.২৩$

$$(K = ৩৯, Cl = ৩৫.৫, O = ১৬)$$

(২) সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফেটের উপাদানগুলির ওজনের অনুপাত :—

$Na : H : S : O = ১২ : ০.০৮৩ : ২.৬৭ : ৫.৩৩$ , উহার স্থূল-সংকেত বাহির কর।

$$[Na = ২৩, S = ৩২, O = ১৬]$$

(৩) লিঙ্ক সালফাইডে সালফারের ওজনের পরিমাণ শতকরা ৩৩ ভাগ হইলে উহার স্থূল-সংকেত কি হইবে?  $[Zn = ৬৫, S = ৩২]$

(৪) একটি লেড অক্সাইডে দেখা গেল লেডের পরিমাণ ৯০.৬৬%। অক্সাইডটির স্থূল-সঙ্কেত নির্ণয় কর। [Pb=২০৭.২, O=১৬]

(৫) ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটে ম্যাগনেসিয়াম, কার্বন ও অক্সিজেন আছে। উহাতে ম্যাগনেসিয়াম ও কার্বনের পরিমাণ, Mg = ২৮.৫৭%, C = ১৪.৩৮%। ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের স্থূল-সঙ্কেত বাহির কর।

$$[ \text{Mg} = ২৪, \text{C} = ১২, \text{O} = ১৬ ]$$

(৬) কার্বন অক্সিজেন ও ক্লোরিন সংযোগে উৎপন্ন একটি পদার্থে O = ১৬.১৬% এবং C ১২ ১০% আছে উহার স্থূল-সঙ্কেত কি হইবে? [ C = ১২, O = ১৬, Cl = ৩৫.৫ ]

(৭) সোডিয়াম, বোরন ও অক্সিজেনের দ্বারা গঠিত একটি যৌগিক পদার্থ Na = ২২.৮৬% এবং B ২১ ৪০% আছে। উহার স্থূল-সঙ্কেত কি হইবে?

$$[ \text{Na} = ২৩, \text{B} = ১০.৮, \text{O} = ১৬ ]$$

(৮) সিলিসিক অ্যাসিডে সিলিকন, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেন বৃত্ত আছে। সিলিকন ও অক্সিজেনের ওজনের পরিমাণ, Si = ৩৫ ৯% এবং O = ৬১ ৫৪%। সিলিসিক অ্যাসিডের স্থূল-সঙ্কেত বাহির কর। [ Si = ২৮, O = ১৬ ]

(৯) জিঙ্ক ফসফাইড Zn ৫০.৬৫%, P = ১৬ ১০% এবং অক্সিজেন থাকে। উহার স্থূল-সঙ্কেত কি হইবে? [ Zn = ৬৫, P = ৩১, O = ১৬ ]

(১০) নোডিয়াম অক্সাইডেট যৌগটিতে Na ১১ ৬৫%, I ৬৪ ১৪% এবং O ২৪.২১% আছে। উহার স্থূল-সঙ্কেত বাহির কর। [ Na = ২৩, I = ১২৭, O = ১৬ ]

(১১) কার্বন ও নাইট্রোজেন দ্বারা গঠিত সাইনোজেন গ্যাসে শতকরা ৪৬.১৫ ভাগ কার্বন থাকে। সাইনোজেনের বাষ্প-ঘনত্ব ১.৬ হলে, ওহাব আণবিক সঙ্কেত কি হইবে? [ C = ১২, N = ১৪ ]

(১২) কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন সংযোগে গঠিত একটি কোহলে ৯৮.৭১% ভাগ কার্বন এবং ৫.১৬% ভাগ অক্সিজেন আছে। উহাব বাষ্প গনত্ব ৩১। কোহলটির আণবিক সঙ্কেত কি? [ C = ১২, O = ১৬ ]

(১৩) কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের দ্বারা গঠিত একটি যৌগের উপাদানগুলির ওজনের পরিমাণ, C = ৫৪.৫৪%, H = ৯.০৯%, O = ৩৬.৩৭%।

পদার্থটির আণবিক গুরুত্ব ১২২। উহার আণবিক সঙ্কেত বাহির কর।

(১৪) অ্যাসেটিক অ্যাসিডে ৫০.০০% অক্সিজেন এবং ৪০.০% কার্বন আছে। বাকীটুকু হাইড্রোজেন। উহার আণবিক গুরুত্ব ৬০। অ্যাসেটিক অ্যাসিডের আণবিক সঙ্কেত কি?

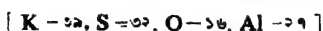
(১৫) স্থাপখালিনের ভিতর ৯০.৭৫% ভাগ কার্বন আছে। বাকীটুকু হাইড্রোজেন। উহার বাষ্প-ঘনত্ব ৬৪। স্থাপখালিনের আণবিক সঙ্কেত কি হইবে?

(১৬) ক্রোমাস ক্রোমাইটের আণবিক গুরুত্ব ১৯৭। উহাতে কপারের অংশ ৬০.৯৬%। উহার আণবিক সঙ্কেত কি? [ Cu = ৬৩, Cl = ৩৫.৫ ]

(১৭) অমার্জ মাগনেসিয়াম সালফেটের সঙ্কেত  $MgSO_4$ । উহার সোদক ক্ষটিকে ৫১.২২% জল আছে। সোদক মাগনেসিয়াম সালফেটের সঙ্কেত কি হইবে?



(১৮) অ্যালাম  $K_2SO_4$  এবং  $Al_2(SO_4)_3$  এর যুত যৌগিক। উহার ক্ষটিকে ৪৫.৫৭% ভাগ জল বর্তমান। অ্যালামের ক্ষটিকের সঙ্কেত নির্ণয় কর।



(১৯) ১২৪৫ গ্রাম কপার সালফেটের সোদক ক্ষটিক উত্তপ্ত করিয়া জল দূরীভূত করিলে ৭২৫ গ্রাম অনাক্র  $CuSO_4$  পাওয়া যায়। সোদক কপার সালফেটের অণুতে কয়টি জলের অণু সংশ্লিষ্ট থাকে?  $[Cu-63, S-32, O-16]$

(২০) ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সোদক ক্ষটিক উত্তপ্ত করিলে উহার প্রতি গ্রাম হইতে ০.৪২০ গ্রাম জল উড়িয়া যায়। সোদক ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সঙ্কেত লিখ।

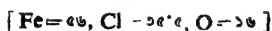


(২১) লোহের দুইটি সোদক ক্লোরাইডের উপাদানগুলির অনুপাত নিয়ে দেওয়া হইল:—

(ক)  $Fe-28.18\%, Cl-35.5\%, H_2O-36.26\%$

(খ)  $Fe-20.98\%, Cl-35.5\%, H_2O-43.52\%$

উহার সঙ্কেত নির্ধারণ কর।



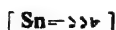
(২২) সিলভার ক্লোরাইড ও অ্যামোনিয়ার একটি যুত-যৌগিকে অ্যামোনিয়া ১৫.০৮% সিলভার- ৬০.৯০% এবং ক্লোরিন ২৪.০২% আছে। উহার সঙ্কেত কি?



(২৩) সোডাৰ ক্ষটিকে জলীয় অংশ শতকরা ১৪.৫০ ভাগ এবং মোট অক্সিজেন ও কার্বনের অংশ যথাক্রমে  $O-৫১.৬১\%$  এবং  $C-৯.৬৮\%$ । সোদক সোডাৰ সঙ্কেত নির্ণয় কর।



(২৪) ক্যাসিটেটাইট নামক টিনের আকবিক মাত্র ৮% টিন-জাত অক্সাইড আছে, ২৫ গ্রাম আকবিক হইতে ১৫৭৬ গ্রাম টিন পাওয়া যায়। টিন-অক্সাইডের যুত-সঙ্কেত কি হইবে?



(২৫) একটি যৌগিকের উপাদানসমূহের পরিমাণ:



উহার যুত-সঙ্কেত বাহির কর।

(২৬) কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন দ্বারা গঠিত একটি যৌগদ্বারা  $C=80\%$  এবং হাইড্রোজেন  $=7.69\%$  আছে। উহার আণবিক গুরুত্ব ১৮০। পদার্থটির আণবিক সঙ্কেত নির্ণয় কর।

(কলিকাতা)

(২৭) একটি সোদক ফটিক অনাক্রি করিলে উহার ওজন শতকরা ৪৫.৬ ভাগ কমিয়া যায়। অনাক্রি ফটিকের বিশ্লেষণে দেখা যায় উহাতে  $Al=১০.৫\%$ ,  $K=১৫.১\%$ ,  $S=২৪.৮\%$  এবং  $O=৪৯.৬\%$  আছে। সোদক ও অনাক্রি পদার্থটির মূল সম্বন্ধে কি হইবে? (এলাহাবাদ)

(২৮) সালফার ক্রোমিয়াম ও অক্সিজেনে গঠিত একটি যৌগপদার্থে  $S=২৩.৭৬\%$  এবং  $Cl=৫২.৫৪\%$  আছে। পদার্থটির বাষ্প ঘনত্ব = ৬৮। উহার আণবিক সম্বন্ধে বাহির কর।

(বোম্বাই)

(২) সিলিকন ক্রোয়াইডে ৬.৪৭ শতাংশ সিলিকন আছে। উহার বাষ্প ঘনত্ব ৮৫। সিলিকনের পারমাণবিক ভর কত।

(১০) একটি দ্বিযোগক লবণের বিশ্লেষণে দেও গুল  $K=৭৮$   $Ni=১০.৫$   $SO_4=৪৪$  এবং  $H_2O=২৭.৭$  শতাংশ আছে। লবণটির সম্বন্ধে কি হইবে? [ $K=৩৯$   $Ni=৫৮.৭$ ]

### ৩। বিক্রিয়ক-পদার্থ অথবা উৎপন্ন-পদার্থের ওজন নির্ধারণ—

কোন নির্দিষ্ট রাসায়নিক পরিবর্তনে কতখানি পদার্থ প্রয়োজন, অথবা নির্দিষ্ট পরিমাণ বিক্রিয়ক হইতে কি পরিমাণ পদার্থ উৎপন্ন হয় তাহা সমীকরণ সাহায্যে সহজেই বাহির করা যায়। যেমন—ম্যাগনেসিয়ামকে পাড়াইলে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড পাওয়া যায়।

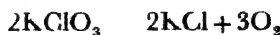


$$২ \times ২৪ \quad ৩২ \quad ২ \times ৪০$$

অর্থাৎ ওজনের হিসাবে, ৪৮ ভাগ ম্যাগনেসিয়ামের জ্বাণে ৩২ ভাগ অক্সিজেন প্রয়োজন এবং উহা হইতে ৮ ভাগ ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড পাওয়া যায়। সুতরাং বলা বাহ্যেতে পাবে, ৪৮ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম হইতে ৮০ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড পাওয়া যায়। অথবা, ৮০ সেব ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড প্রস্তুত করিতে ৪৮ সেব ম্যাগনেসিয়াম ধাতু পোড়ান দরকার।

সমীকরণ হইতে এইভাবে বিক্রিয়ক এবং উৎপন্ন দ্রব্যের পবম্পরের ওজন এবং সম্পর্ক জানা যায়।

**উদাহরণ।** (১) ৫ গ্রাম অক্সিজেন প্রস্তুত করিতে কতখানি পটাসিয়াম ক্লোরেট প্রয়োজন।



$$২ (৩৯ + ৩৫.৫ + ৪৮) \quad ৩ \times ৩২$$

$$= ২৪৫ \quad = ৯৬$$

অর্থাৎ, ৬৪ গ্রাম অক্সিজেন প্রস্তুতিতে ২৪৫ গ্রাম  $KClO_3$  প্রয়োজন।

$$\therefore ৫ \text{ গ্রাম অক্সিজেন প্রস্তুতিতে } \frac{২৪৫ \times ৫}{৬৪} \text{ গ্রাম}$$

$$= ১৯.১ \text{ গ্রাম } KClO_3 \text{ প্রয়োজন।}$$

(২) এক সের ফেরাস সালফেট হইতে কতখানি কৈবিক অক্সাইড পাওয়া যায়? [  $Fe = ৫৬, S = ৩২$  ]



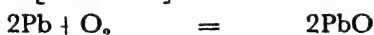
$$2FeSO_4 = ২ \times [ ৫৬ + ৩২ + ৬৪ ] = ৩০৪$$

$$Fe_2O_3 = ২ \times ৫৬ + ৩ \times ১৬ = ১৬০$$

অর্থাৎ, ৩০৪ সেব ফেরাস সালফেট হইতে ১৬০ সের  $Fe_2O_3$  পাওয়া যায়।

$\therefore ১$  সের ফেরাস সালফেট হইতে  $\frac{১৬০}{৩০৪}$  সের =  $০.৫২৬$  সের  $Fe_2O_3$  পাওয়া যায়।

(৩) দুই পাউণ্ড লেড-মনোক্সাইড প্রস্তুত করিতে কতখানি লেড-ধাতু প্রয়োজন হইবে? [  $Pb = ২০৮$  ]



$$২ \times ২০৮ = ৪১৬ \quad ২(২০৮ + ১৬) = ৪৪৮$$

অর্থাৎ, ৪৪৮ পাউণ্ড লেড-মনোক্সাইডের জন্ম ৪১৬ পাউণ্ড লেড প্রয়োজন

$$\therefore ২ \dots \dots \dots \frac{৪১৬ \times ২}{৪৪৮} \dots \dots \dots = ১.৮৬ \text{ পাউণ্ড।}$$

(৪) এক কিলোগ্রাম ডলোমাইট আকবিক উত্তপ্ত করিলে ওজনের কি পরিমাণ হ্রাস হইবে? [  $Ca = ৪০, Mg = ২৪$  ]



$$১০০ + ৮৪ = ১৮৪$$

$$(৫৬ + ৪০) = ৯৬$$

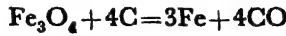
কার্বন-ডাই অক্সাইড গ্যাস অবস্থায় উভিয়া যাওয়ার ফলে ওজনের হ্রাস হইবে।

অর্থাৎ ১৮৪ গ্রাম ডলোমাইট বিয়োজিত হইলে ৯৬ গ্রাম অক্সাইড থাকিবে।

$\therefore ১০০০$  গ্রাম ডলোমাইট বিয়োজিত হইলে  $\frac{৯৬ \times ১০০০}{১৮৪}$  গ্রাম =  $৫২১.৭$  গ্রাম অক্সাইড থাকিবে।

$$\therefore \text{ওজনের হ্রাস } ১০০০ - ৫২১.৭ = ৪৭৮.৩ \text{ গ্রাম।}$$

(৫) একটি ম্যাগনেটাইট আকরিকে শতকরা ৬০ ভাগ ফেরাস-কেরিক অক্সাইড আছে। এই আকরিকের পাঁচ শত মণ হইতে কতটা লৌহ পাওয়া যাইতে পারে? [ Fe=৫৬ ]



২৩২                      ১৬৮

৫০০ মণ আকরিকে বস্তুত: আয়রন অক্সাইডের পরিমাণ =  $\frac{৫০০ \times ৬০}{১০০}$

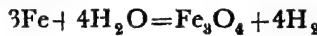
= ৩০০ মণ।

দেখা যাইতেছে, ২৩২ মণ অক্সাইড হইতে ১৬৮ মণ লৌহ পাওয়া সম্ভব।

∴ ৩০০ মণ অক্সাইড হইতে  $\frac{১৬৮ \times ৩০০}{২৩২}$  ... মণ লৌহ পাওয়া যায়

= ২১৭.২ মণ।

(৬) এক মণ লৌহচূরের উপর দিয়া স্টীম পরিচালিত করিলে উৎপন্ন আয়রন-অক্সাইড কতখানি পাওয়া যাইবে? [ Fe=৫৬ ]



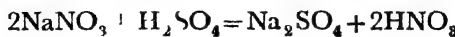
১৬৮                      ২৩২

অর্থাৎ ১৬৮ মণ লৌহ হইতে ২৩২ মণ আয়রন অক্সাইড পাওয়া যায়,

∴ ১ মণ                       $\frac{২৩২}{১৬৮}$  মণ ... ..

= ১.৩৮ মণ।

(৭) চিলিব নাইট্রেটে শতকরা ২২ ভাগ  $\text{NaNO}_3$  থাকে। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে শতকরা ২৬ ভাগ অ্যাসিড আছে। ২০ পাউণ্ড নাইট্রিক অ্যাসিড প্রস্তুত করিতে কি পরিমাণে উক্ত নাইট্রেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড লইতে হইবে? [ Na=২৩, N=১৪, S=৩২ ]



২ × ৮৫                      ৯৮                      ২ × ৬৩

অর্থাৎ, ১৮৬ পাউণ্ড নাইট্রিক অ্যাসিডের জন্য ১৭০ পাউণ্ড  $\text{NaNO}_3$  এবং ৯৮ পাউণ্ড  $\text{H}_2\text{SO}_4$  প্রয়োজন।

∴ ২০ পাউণ্ড নাইট্রিক অ্যাসিডের জন্য  $\frac{১৭০ \times ২০}{১৮৬}$  পাউণ্ড  $\text{NaNO}_3$  এবং

$\frac{২৮ \times ২০}{১২৬}$  - পাউণ্ড  $H_2SO_4$  প্রয়োজন। কিন্তু ২২ পাউণ্ড  $NaNO_3$  ১০০ পাউণ্ড

চিলি-নাইট্রেট হইতে পাওয়া যায়।

$\therefore \frac{১১০ \times ২০}{১২৬}$  পাউণ্ড  $NaNO_3$   $\frac{১০০ \times ১১০ \times ২০}{১২৬ \times ২২}$  - পাউণ্ড চিলি-নাইট্রেট

হইতে পাওয়া যায়।

$= ২০.৩$  পাউণ্ড চিলি-নাইট্রেট।

এবং, ২৬ পাউণ্ড  $H_2SO_4$  ১০০ পাউণ্ড অ্যাসিড হইতে পাওয়া যায়

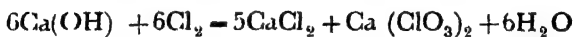
$\therefore \frac{২৮ \times ২০}{১২৬}$  পাউণ্ড  $H_2SO_4$   $\frac{১০০}{১২৬} \times \frac{২৮ \times ২০}{১২৬}$  পাউণ্ড অ্যাসিড হইতে

পাওয়া যায়।

$= ১৬.২$  পাউণ্ড অ্যাসিড।

(৮) সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ-বিশ্লেষণে ক্লোরিন উৎপন্ন করা হইল। ক্যালসিয়াম কার্বনেট হইতে উদ্ধৃত চূনের দ্রবণে উহা শোষণ করাইয়া ক্যালসিয়াম ক্লোরেট প্রস্তুত করা হইল। ৮২৮ গ্রাম ক্যালসিয়াম ক্লোরেট প্রস্তুত করিতে কতটা সোডিয়াম ক্লোরাইড বিশ্লেষিত করা প্রয়োজন হইবে?

[ Ca ৪০, Cl - ৩৫.৫, Na - ২৩ ]



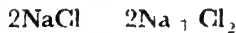
৬ × ৭১

২০৭

অর্থাৎ, ২০৭ গ্রাম  $Ca(ClO_3)_2$  প্রস্তুতিতে ৪২৬ গ্রাম  $Cl_2$  প্রয়োজন।

$\therefore$  ৮২৮ গ্রাম  $Ca(ClO_3)_2$  প্রস্তুতিতে  $\frac{৪২৬ \times ৮২৮}{২০৭}$  গ্রাম  $Cl_2$  = ১৭০.৪

গ্রাম  $Cl_2$  প্রয়োজন।



২ ৫৮.৫

৭১

অর্থাৎ ৭১ গ্রাম Cl প্রস্তুতিতে ১১৭ গ্রাম NaCl প্রয়োজন।

$\therefore$  ১৭০.৪ গ্রাম  $Cl_2$  প্রস্তুতিতে  $\frac{১১৭ \times ১৭০.৪}{৭১}$  গ্রাম NaCl = ২৮০.৮ গ্রাম

NaCl প্রয়োজন।

$\therefore$  ৮২৭ গ্রাম  $Ca(ClO_3)_2$  প্রস্তুত করিতে ২৮০.৮ গ্রাম NaCl বিশ্লেষিত করা দরকার হইবে।

### অনুশীলন

১। নিম্নলিখিত পদার্থগুলির অত্যেকটির ১০ গ্রাম কবিতা লইয়া পৃথকভাবে খুব উত্তপ্ত করিলে কি কি গ্যাস এবং কত পরিমাণ পাওয়া যাইবে ?

(১) পটাসিয়াম ক্লোরেট, (২) লেড-নাইট্রেট, (৩) কেরাস সালফেট, (৪) অ্যামোনিয়াম ডাইক্রোমেট।

২। ১'৩২ কিলোগ্রাম কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রয়োজন। নিম্নলিখিত পদার্থগুলির কোনটি কি পরিমাণে লইলে উক্ত গ্যাস পাওয়া যাইতে পারে ?

(১) কার্বন, (২) সোডিয়াম-বাই-কার্বনেট, (৩) কার্বন মনোক্সাইড, এবং (৪) লেড-কার্বনেট।

৩। ৬৬ মণ সালফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুতিতে কত মণ সালফার পোড়ান প্রয়োজন হইবে ?

৪। ১৮ গ্রাম স্টীম উত্তপ্ত লৌহের উপর পবিচালিত করিলে কতখানি আয়রন অক্সাইড পাওয়া যাইবে ? (কলিকাতা)

৫। ২৯ গ্রাম কস্টিক সোডা লবু দ্রবণে লইয়া উহাতে শীতল অবস্থায় ক্লোরিন গ্যাস পবিচালিত করিলে কি কি পদার্থ কত পরিমাণ উৎপন্ন হইবে ? (কলিকাতা)

৬। ৫০০ গ্রাম বাতাসের সমস্ত অক্সিজেন দূর কবিতো কতটা ফসফরাস পোড়াইতে হইবে ? অবশিষ্ট গ্যাসের ওজন বত হইবে ? বাতাসে ওজনেব অনুপাতে শতকবা ২০ ভাগ অক্সিজেন আছে। (কলিকাতা)

৭। একটি কপার সালফেট দ্রবণে জিঙ্ক মিশাইলে ২'১ গ্রাম কপার অধঃক্ষিপ্ত হইল। এই বিক্রিয়াতে কতটুকু জিঙ্ক সালফেট উৎপন্ন হইল ? [Cu = ৬৬, Zn = ৬৫]

৮। সিলভার নাইট্রেটের দ্রবণে থানিকটা কপার-চূর্ণ মিশাইলে ০'২৬ গ্রাম সিলভার অধঃক্ষিপ্ত হইল। কি পরিমাণ কপার দ্রবণে জগা হুত হইল ? [Ag = ১০৮, Cu = ৬৩]

৯। ৫ গ্রাম পটাসিয়াম আয়োডাইডের সমস্তচূর্ণ অ্যামোনিয়াম নিকশিত করিতে কতখানি  $H_2O_2$  প্রয়োজন ?

১০। ৫০ মণ অ্যামোনিয়াম সালফেট প্রস্তুত করিতে কতখানি সালফিউরিক অ্যাসিড দরকার ? এই পরিমাণ সালফিউরিক অ্যাসিড যদি পাইরাইটিস হইতে তৈয়ারী করা হয় ৩'২' কত পাইরাইটিস প্রয়োজন হইবে ?

[পাইরাইটিস =  $FeS_2$ , S = ৩২, Fe = ৫৬, N = ১৪]

১১। ৪'৩'গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট অবীভূত করিতে কতখানি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রয়োজন হইবে ?

১২। একটি কপারের আকর্ষকে শতকবা ৫০ ভাগ কিউপ্রাস সালফাইড আছে। এই আকর্ষকের ১০০ গ্রাম হইতে কতটা কপার পাওয়া যাইবে ? (এলাহাবাদ)

১৩। ৭'২ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অবীভূত করিতে যে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রয়োজন তাহা কি পরিমাণ সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে পাওয়া যাইবে ?

১৪। ৩০ গ্রাম  $KClO_3$  হইতে যে অক্সিজেন পাওয়া গেল উহাকে জিঙ্ক ও সালফিউরিক



অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন হাইড্রোজেনের সহিত সংযোজিত করিয়া জলে পরিণত করা হইল। ইহাতে কি পরিমাণ জ্বিক ব্যয় হইল? (কলিকাতা)

১৫। ১০০ গ্রাম হাইড্রোজেনকে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে পরিণত করিতে যে ক্লোরিন প্রয়োজন উহা প্রাপ্ত করিতে কি পরিমাণ  $MnO_2$  দরকার হইবে? ( $Mn=৫৫$ )

১৬। ৫ মণ ক্যালসিয়াম সায়নাইড প্রস্তুতিতে যে পরিমাণ কার্বাইড দরকার উহার জন্ত কতটা চুন প্রয়োজন হইবে?

১৭। একটি জিঙ্ক-উৎপাদনের কারখানায় প্রতি সপ্তাহে ১৫০ শত মণ জিঙ্কব্লেন্ড ব্যবহৃত হয়। আকরিকের মাত্র শতকরা ৪০ ভাগ জিঙ্ক-সালফাইড। এই কারখানায় সপ্তাহে কতটা কোক বিজারক হিসাবে প্রয়োজন হয়?

১৮। ৬৪ গ্রাম সালফার পোড়াইয়া যে পরিমাণ  $SO_2$  পাওয়া যায় উহার সমপরিমাণ  $SO_2$  কপার ও সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে তৈয়ারী করিতে কতখানি অ্যাসিড প্রয়োজন হইত?

১৯। ১৩৪ গ্রাম লেড কার্বনেট হইতে যে পবর্মাণ লেড মনোক্সাইড পাওয়া যায় উহা লেড নাইট্রেট হইতে উৎপন্ন করিতে কত পরিমাণ লেড নাইট্রেট প্রয়োজন হইবে?

২০। ১০ গ্রাম চকের সহিত সমপরিমাণ ওজন  $H_2SO_4$  মিশাইলে কতখানি ক্যালসিয়াম সালফেট উৎপন্ন হইবে?

২১। ৬০ গ্রাম অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও ৪০ গ্রাম চুন একত্র উত্তপ্ত করিলে কতখানি অ্যামোনিয়া পাওয়া যাইবে?

২২। ৮৪ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের সহিত ৯ গ্রাম সালফিউরিক মিশাইলে উৎপন্ন ম্যাগনেসিয়াম সালফেটের পরিমাণ কত হইবে?

২৩। একটি অবিভক্ত সোডিয়াম ক্লোরাইডের ৫ গ্রাম পবর্মাণ লবণ জলে দ্রবীভূত করিয়া উহাতে অতিরিক্ত সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ মিশান হইল। ১২৮ গ্রাম সিলভার ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হইল। সোডিয়াম ক্লোরাইডে অবর্জনার পবর্মাণ শতকরা কত ভাগ ছিল?

২৪। একটি সিলভারের আকরিকে শতকরা ১২ ভাগ সিলভার আছে। চিলির নাইটারে শতকরা ৮৮ ভাগ সোডিয়াম নাইট্রেট থাকে। নাইটার হইতে উৎপন্ন নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা ১০০ মণ আকরিকের সিলভারকে সম্পূর্ণরূপে সিলভার নাইট্রেটে পরিণত করিতে কত মণ নাইটার প্রয়োজন হইবে।

২৫। কপার ও সিলভারের এক গ্রাম পরিমাণ একটি সঙ্কর ধাতুকে দ্রবীভূত করিতে ২০৬ গ্রাম গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড প্রয়োজন হয়। সঙ্করের ভিত্তি ধাতু দুইটির ওজনানুপাত নির্ণয় কর।

২৬। ১০৬ গ্রাম পরিমাণ  $CaO$  এবং  $CaCO_3$ -এর মিশ্রণকে দ্রবীভূত করিতে ১৪৭ গ্রাম  $H_2SO_4$  প্রয়োজন হইলে মিশ্রণটিতে কার্বনেট শতকরা কত ভাগ ছিল?

২৭। ১২৫ গ্রাম ওজনের কপার এবং কিউপ্রিক অক্সাইডের একটি মিশ্রণকে হাইড্রোজেন গ্যাসে বিজারিত করিয়া ১০৪৯ গ্রাম কপার পাওয়া গেল। মিশ্রণটিতে কপারের অনুপাত কিরূপ ছিল? [ $Cu=৬৩$ ]

২৮। ৫০ গ্রাম লৌহকে অ্যামোনিয়াম ফেরিক অ্যালোমে পরিণত করিতে কি পরিমাণ

অ্যানোনিয়াম সালফেট প্রয়োজন হইবে?  $[Fe=৫৬, S=৩২, N=১৪]$  ঐ কেরিক অ্যালোমের সঙ্কেত,  $(NH_4)_2SO_4, Fe_2(SO_4)_3, 24H_2O$ .

২৯। ০.৩ গ্রাম খনিজ খাচলবণ জলে দ্রবীভূত করিয়া অতিরিক্ত  $AgNO_3$  দেওয়াতে ০.৭০ গ্রাম  $AgCl$  অধঃক্ষেপ দেয়। খনিজটিতে খাচলবণের অনুপাত কত?

৩০। পটাসিয়াম ক্লোরাইড ও ক্লোরেটের ১২ গ্রাম একটি মিশ্রণ তাপিত করায় পর ৮.০৮ গ্রাম পটাসিয়াম ক্লোরাইড পড়িয়া রহিল। মিশ্রণটিতে ক্লোরেট কত শতাংশ ছিল?

৩১।  $KCl$  এবং  $NaCl$ এবং ১.৮৭৩ গ্রাম একটি মিশ্রণ হইতে ৩.৭৩১ গ্রাম সিলভার ক্লোরাইড পাওয়া গেল। মিশ্রণটিতে কতটুকু সোডিয়াম ক্লোরাইড ছিল?

৩২। ৪ গ্রাম সোডিয়াম বাইকার্বনেট ও কার্বনেট মিশ্রণ তাপিত করাতে ০.৪৬৪ ওজনের হ্রাস হইল। মিশ্রণটিতে সোডিয়াম কার্বনেটের অনুপাত কত?

৩৩।  $KCl$  এবং  $KI$ এবং খানিকটা মিশ্রণ পটাসিয়াম সালফেট পরিণত করিলে দেখা গেল ওজনের কোন তারতম্য ঘটে নাই। মিশ্রণে অয়োডাইড এবং ক্লোরাইড কি অনুপাতে ছিল?

৩৪। ৮ গ্রাম  $MnO_2$  সাহায্যে  $HCl$  হইতে ক্লোরিন উৎপাদন করিয়া উহাকে  $KI$ -স্রবণে পরিচালনা করিলে কতটা অয়োডিন পাওয়া যাইবে?

## ৪। বিক্রিয়ক অথবা বিক্রিয়াজাত পদার্থের আয়তন-নির্ধারণ—

পৃথিবীতে অল্পক্ষেত্রে আমরা রাসায়নিক বিক্রিয়াতে যে সকল পদার্থ অংশ গ্রহণ করে এবং উৎপন্ন হয়, তাহাদের ওজন কিভাবে নিরূপণ করা যায় তাহাই আলোচনা করিয়াছি। কিন্তু বিক্রিয়ক অথবা বিক্রিয়াজাত পদার্থ যদি গ্যাসীয় হয় তাহা হইলে উহাদের ওজনের পরিবর্তে আয়তন নির্ধারণ অধিক প্রয়োজন।

এইরূপ গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন নিরূপণ করিতে হইলে তিনটি বিষয় মনে রাখিতে হইবে :—

(১) সমীকরণ সাহায্যে কি পরিমাণ পদার্থ বিক্রিয়াতে অংশগ্রহণ করে বা উৎপন্ন হয় তাহার ওজন স্থির করিতে হইবে।

(২) প্রতি গ্রাম-অণু পদার্থের গ্যাসীয় অবস্থার প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় ২২.৪ লিটার আয়তন থাকে। এই নিয়মের দ্বারা যে কোন পরিমাণ গ্যাসীয় পদার্থের প্রমাণ-অবস্থায় আয়তন স্থির করা যাইবে।

(৩) গ্যাসটি যদি প্রমাণ অবস্থায় না থাকে, তবে গ্যাস-সমীকরণ  $\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$

সাহায্যে উহাকে প্রমাণ-অবস্থায় আয়তনে পরিবর্তিত করা যাইবে।

**উদাহরণ ১।** ১০ গ্রাম পটাসিয়াম নাইট্রেট বিয়োজিত করিয়া প্রমাণ-অবস্থায় কত লিটার অক্সিজেন পাওয়া যাইবে?  $[K=৩৯]$



২ × ১০১

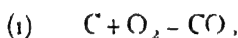
২২.৪ লিটার

অর্থাৎ প্রমাণাবস্থায় ২০২ গ্রাম নাইট্রেট হইতে ২২.৪ লিটার  $\text{O}_2$  পাওয়া যায়

∴ " ১০ গ্রাম " "  $\frac{২২.৪ \times ১০}{২০২}$  " " " "

= ১১.০২ লিটার।

**উদাহরণ ২।** কার্বন পোডাইয়া অথবা ক্যালসিয়াম কার্বনেট উত্তপ্ত করিয়া কার্বন-ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করা যায়। ৩৩.৬ লিটার কার্বন-ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত করিতে হইলে উপরোক্ত পদার্থের কোনটি কত পরিমাণ প্রয়োজন হইবে? [Ca ৪০]



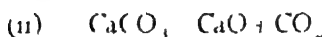
১১

২২.৪ লিটার

অর্থাৎ ২২.৪ লিটার  $\text{CO}_2$  প্রস্তুতিতে ১২ গ্রাম কার্বন প্রয়োজন।

৩৩.৬ "  $\text{CO}_2$  "  $\frac{১২ \times ৩৩.৬}{২২.৪}$  " "

= ১৮ গ্রাম কার্বন।



১০০

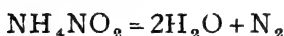
২২.৪ লিটার

∴ ২২.৪ লিটার  $\text{CO}_2$  প্রস্তুতিতে ১০০ গ্রাম  $\text{CaCO}_3$  প্রয়োজন।

∴ ৩৩.৬ " " " "  $\frac{১০০ \times ৩৩.৬}{২২.৪}$

= ১৫০ গ্রাম  $\text{CaCO}_3$

**উদাহরণ ৩।** ২৭° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপে ৫ লিটার নাইট্রোজেন প্রস্তুত করিতে কতটা অ্যামোনিয়াম নাইট্রাইট প্রয়োজন হইবে?



৬৪

২২.৪ লিটার

উক্ত নাইট্রোজেনের প্রমাণ অবস্থায় আয়তন V লিটার হইলে,  $\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$

অথবা,  $\frac{৭৫০ \times ৫}{২৭৩ + ২৭} = \frac{৭৬০ \times V}{২৬৩}$

∴  $V = \frac{৭৫০ \times ৫ \times ২৭৩}{৩০০ \times ৭৬০}$  লিটার (প্রমাণাবস্থায়)

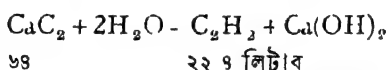
কিন্তু প্রমাণাবস্থায় ২২.৪ লিটার  $N_2$  প্রস্তুতিতে ৬৪ গ্রাম  $NH_4NO_3$  প্রয়োজন

$$\therefore \quad \frac{70 \times 4 \times 293}{300 \times 960} \quad \text{“ “} \quad \frac{64 \times 70 \times 4 \times 293}{22.4 \times 300 \times 960} \text{ গ্রাম “}$$

প্রয়োজন

$$= 12.83 \text{ গ্রাম } NH_4NO_3 \text{।}$$

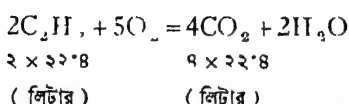
**উদাহরণ ৪।** ২৬ গ্রাম ক্যালসিয়াম কার্বাইড হইতে উৎপন্ন অ্যাসিটিলীন গ্যাসকে পোড়াইয়া যে কার্বন ডাই অক্সাইড পাওয়া যাইবে ২৭° সেণ্টিগ্রেডে এবং ৭৪০ মিলিমিটার চাপে তাহাব আয়তন কত হইবে?



প্রমাণ অবস্থায় ৬৪ গ্রাম  $CaC_2$  ২২.৪ লিটার অ্যাসিটিলীন উৎপাদন করে

$$\therefore \quad ২৬ \text{ গ্রাম } CaC_2 \quad \frac{২২.৪ \times ২৬}{৬৪} \text{ লিটার অ্যাসিটিলীন উৎপাদন করে}$$

$$= ৩৩.৬ \text{ লিটার অ্যাসিটিলীন।}$$



অর্থাৎ, প্রমাণাবস্থায়  $২ \times ২২.৪$  লিটার  $C_2H_2$  হইতে  $৭ \times ২২.৪$  লিটার  $CO_2$  পাওয়া যায়

$$\therefore \quad \text{অথবা.....} \quad \dots ১ \text{ লিটার } C_2H_2 \text{ হইতে } ২ \text{ লিটার } CO_2 \text{ পাওয়া যায়}$$

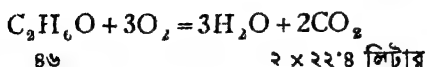
অতএব.....৩৩.৬.....৬৭.২ লিটার.....

এই উৎপন্ন কার্বন-ডাই-অক্সাইডেব ২৭° সেণ্টি এবং ৭৪০ মি. মি. চাপে আয়তন যদি V ধরা হয়, তাহা হইলে

$$\frac{৭৪০ \times V}{২৭৩ + ২৭} = \frac{৭৬০ \times ৬৭.২}{২৭৩}$$

$$V = \frac{৭৬০ \times ৬৭.২}{২৭৩} \times \frac{৩০০}{৭৪২} \text{ লিটার} = ৭৫.৮৪ \text{ লিটার।}$$

**উদাহরণ ৫।** তবল কোহলের সংকেত  $C_2H_2O$  এবং উহার ঘনত্ব ০.৯২। ১২৫ ঘন সেণ্টিমিটার তরল কোহল পোড়াইয়া প্রমাণাবস্থায় কত লিটার কার্বন-ডাই-অক্সাইড পাওয়া যাইবে?



১২৫ ঘন সেন্টিমিটার তরল কোহলের ওজন  $125 \times 22$  গ্রাম। কিন্তু প্রমাণ-অবস্থায় ৪৬ গ্রাম কোহল হইতে  $2 \times 22.8$  লিটার  $CO_2$  পাওয়া যায়।

প্রমাণ অবস্থায়  $125 \times 22$  গ্রাম কোহল হইতে  $2 + 22.8 \times 125 \times \frac{22}{86}$  লিটার  $CO_2$  পাওয়া যায়

— ১১২ লিটার  $CO_2$ ।

**উদাহরণ ৬।** একটি লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে ওজনের অনুপাতে শতকরা ৬৫ ভাগ অ্যাসিড আছে এবং উষ্ণ ঘনত্ব = ১.৫৬। এই অ্যাসিডেব তিন লিটার যদি ২৫০০ গ্রাম হিড্রোজেন মিশান হয় তবে  $29^\circ$  সেন্টিগ্রেডে এবং প্রমাণ চাপে উৎপন্ন হাইড্রোজেনের আয়তন কত হইবে? [  $n = ৬৫$  ]

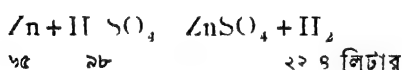
তিন লিটার অ্যাসিডের ওজন —  $৩০০০ \times 1.৫৬ = ৪৬৮০$  গ্রাম

এই অ্যাসিডে শতকরা ৬৫ ভাগ  $H_2SO_4$  আছে

অর্থাৎ ১০০ গ্রাম অ্যাসিডে  $H_2SO_4$  আছে ৬৫ গ্রাম

৪৬৮০ গ্রামে  $H_2SO_4$  অ্যাসিডের পরিমাণ  $\frac{৬৫ \times ৪৬৮০}{1০০}$  গ্রাম

৩০৪২ গ্রাম।



অর্থাৎ ৯৮ গ্রাম  $H_2SO_4$  এর জন্য ৬৫ গ্রাম Zn প্রয়োজন

৩০৪২ গ্রাম  $H_2SO_4$  এর জন্য  $\frac{৬৫ \times ৩০৪২}{৯৮}$  গ্রাম Zn প্রয়োজন

২০১৭.৬ গ্রাম Zn।

কিন্তু উহাতে ২৫০০ গ্রাম Zn আছে। অতএব এই বিক্রিয়াতে সম্পূর্ণ অ্যাসিড ( $H_2SO_4$ ) সালফেটে পরিবর্তিত হইয়া যাইবে।

প্রমাণ অবস্থায় ৯৮ গ্রাম  $H_2SO_4$  হইতে ২২.৪ লিটার  $H_2$  পাওয়া যায়

$৩০৪২ \dots \dots \dots \frac{২২.৪ \times ৩০৪২}{৯৮}$  লিটার...

— ৬২৫.৩ লিটার  $H_2$ ।

এই  $H_2$  এর আয়তন,  $27^\circ$  উষ্ণতায় এবং প্রমাণ চাপে যদি  $V$  হয় তাহা হইলে,  $V \times 760 = \frac{625.3 \times 760}{273}$

$$\therefore V = \frac{625.3 \times 760}{273} \text{ লিটার} = 178.03 \text{ লিটার।}$$

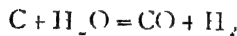
**উদাহরণ ৭।**  $15^\circ$  উষ্ণতায় এবং  $760$  মিলিমিটার চাপে  $112.0$  লিটার ওয়াটার গ্যাস প্রস্তুত করিতে হইলে কি পরিমাণ জল বাষ্পীভূত করিতে হইবে?

মনে কব,  $112.0$  লিটার ওয়াটার গ্যাসের প্রমাণ-অবস্থায় আয়তন =  $V$  লিটার

$$\therefore \frac{112.0}{273} \times 760 = \frac{V \times 760}{273}$$

$$V = \frac{112.0 \times 760 \times 273}{273 \times 760} \text{ লিটার}$$

$$1056.08 \text{ লিটার।}$$



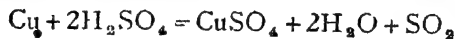
$$18 \times 22.6 + 22.8 (=55.8) \text{ লিটার}$$

অর্থাৎ প্রমাণ-অবস্থায়  $55.8$  লিটার ওয়াটার গ্যাস প্রস্তুতিতে  $28$  গ্রাম জল বাষ্পীভূত হয়।

$$\therefore \dots\dots\dots 1056.08 \text{ লিটার ওয়াটার গ্যাস পাইতে } \frac{18 \times 1056.08}{88.8}$$

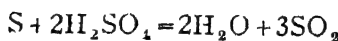
$$= 828.3 \text{ গ্রাম জল বাষ্পীভূত হইবে।}$$

**উদাহরণ ৮।**  $10$  গ্রাম কপার এবং সালফার পৃথকভাবে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত ফুটাইলে উৎপন্ন  $SO_2$  গ্যাসের আয়তনের অনুপাত কি হইবে? (কলিকাতা)



$$64$$

$$22.8 \text{ লিটার}$$



$$32$$

$$3 \times 22.8 (=68.4) \text{ লিটার}$$

প্রমাণ-অবস্থায়—

$60$  গ্রাম কপারের বিক্রিয়াতে  $22.8$  লিটার  $SO_2$  পাওয়া যায়।

১০ গ্রাম কপারের বিক্রিয়াতে  $\frac{22.8 \times 10}{63}$  লিটার  $\text{SO}_2$  পাওয়া যায়।

আবার, ৩২ গ্রাম সালফারের বিক্রিয়াতে ৬৭.২ লিটার  $\text{SO}_2$  পাওয়া যায়

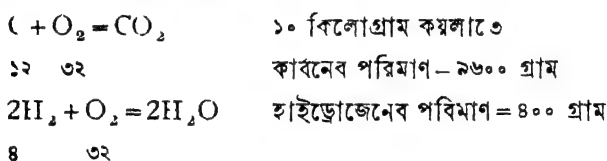
∴  $10 \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \frac{10 \times 60}{32}$  লিটার  $\dots \dots$

অতএব উৎপন্ন  $\text{SO}_2$  গ্যাসের আয়তনের অনুপাত

$$= \frac{22.8 \times 10}{63} \quad \frac{10 \times 60}{32}$$

$$= 32 \quad 188 \text{।}$$

**উদাহরণ ৯।** বাতাসে ওজন হিসাবে অক্সিজেনের পরিমাণ ২০%। একটি খনির কয়লাতে দেখা গেল, কার্বন ও হাইড্রোজেনের ওজনের পরিমাণ  $\text{C} = 26\%$ ,  $\text{H} = 8\%$ ।  $15^\circ$  সেন্টিগ্রেডে এবং ৭৫৬ মিলিমিটার চাপের কত লিটার বাতাসের সাহায্যে উপরোক্ত কয়লার ১০ কিলোগ্রাম সম্পর্ককে জ্বালিত করা হইবে? (বাতাসের ঘনত্ব = ১৪.৪)



অর্থাৎ ১২ গ্রাম কার্বনের জারণের জন্য ৩২ গ্রাম  $\text{O}_2$  প্রয়োজন

$$2600 \dots \dots \dots \dots \dots \frac{32 \times 2600}{12}$$

এবং ৪ গ্রাম  $\text{H}_2$  এর জারণের জন্য ৩২ গ্রাম  $\text{O}_2$  প্রয়োজন

$$\dots \quad 800 \dots \dots \dots \dots \dots \quad 3200 \dots \dots (\text{O}_2) \dots \dots$$

$$\text{কয়লার সম্পূর্ণ জারণের জন্য} - \frac{32 \times 2600}{12} + 3200$$

= ২৮৮০০ গ্রাম  $\text{O}_2$  প্রয়োজন।

কিন্তু ২৬ গ্রাম অক্সিজেন ১০০ গ্রাম বাতাসে থাকে।

$$\therefore \quad 28800 \dots \dots \dots \dots \frac{100 \times 28800}{26} \text{ গ্রাম বাতাসে থাকে}$$

কিন্তু প্রমাণ-অবস্থায় ১ লিটার হাইড্রোজেনের ওজন = ০.০২ গ্রাম।

$$\therefore \quad 1 \text{ লিটার বাতাসের ওজন} = 0.02 \times 14.4 = 1.28 \text{ গ্রাম।}$$

অতএব, প্রমাণ-অবস্থায়, প্রয়োজনীয় বাতাসের

$$\begin{aligned}\text{আয়তন} &= \frac{১০০ \times ২৮৮০০}{২৩ \times ১.২৯৬} \text{ লিটার} \\ &= ৯৬৬১৮.৩ \text{ লিটার}\end{aligned}$$

উক্ত বাতাসের আয়তন  $১৫^\circ$  সেন্টি, এবং ৭৫৬ মিলিমিটার চাপে যদি  $V$  ধরা হয়, তাহা হইলে

$$\frac{V \times ৭৫৬}{২৮৮} = \frac{৯৬৬১৮.৩ \times ৭৬০}{২৭৩}$$

$$\text{অথবা, } V = \frac{৯৬৬১৮.৩ \times ৭৬০ \times ২৮৮}{৭৫৬ \times ২৭৩} \text{ লিটার}$$

$= ১০২৯৬৬.৩$  লিটার বাতাস প্রয়োজন হইবে।

**উদাহরণ ১০।**  $১৫২০$  ঘন সেন্টিমিটার একটি গ্যাস-মিশ্রণে  $২৭^\circ$  সেন্টি এবং  $৭৫০$  মিলিমিটার চাপে মিথেন  $= ২০\%$  এবং কার্বন-মনোক্সাইড  $= ৮০\%$  ছিল। এই গ্যাস-মিশ্রণের পৰিপূর্ণ জারণের জন্ত যে অক্সিজেন প্রয়োজন তাহা উৎপাদন করিতে কতখানি  $\text{KClO}_3$  লাগিবে? (কলিকাতা)

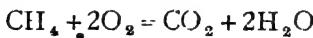
গ্যাস-মিশ্রণটির প্রমাণ-অবস্থার আয়তন যদি  $V$  ঘন সেন্টি. হয় তাহা হইলে,

$$\frac{V \times ৭৬০}{২৭৩} = \frac{১৫২০ \times ৭৫০}{৩০০}$$

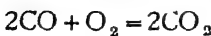
$$V = \frac{১৫২০ \times ৭৫০ \times ২৭৩}{৩০০ \times ৭৬০} = ১৩৬৫ \text{ ঘন সেন্টিমিটার}$$

$$\text{ইহাতে মিথেনের পরিমাণ} = \frac{১৩৬৫ \times ২০}{১০০} = ২৭৩ \text{ ঘন সেন্টিমিটার}$$

$$\text{এবং কার্বন-মনোক্সাইডের পরিমাণ} = \frac{১৩৬৫ \times ৮০}{১০০} = ১০৯২ \text{ ঘন সেন্টিমিটার}$$



১ ঘনায়তন ২ ঘনায়তন

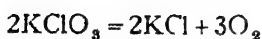


২ ঘনায়তন ১ ঘনায়তন

অর্থাৎ,  $২৭৩$  ঘন সেন্টিমিটার মিথেনের জন্ত  $২ \times ২৭৩$  ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন প্রয়োজন



এবং ১০২ ঘন সেন্টি. CO এর জন্য  $\frac{১০২}{২}$  ঘনসেন্টি.  $O_2$  প্রয়োজন। প্রমাণ-  
 অবস্থায়, মোট প্রয়োজনীয় অক্সিজেনের আয়তন =  $২ \times ২৭৩ + ৩ \times ১০২$   
 = ১০২ ঘন সেন্টিমিটার  
 = ১০২ লিটার



২ × ১২২.৫

৩ × ২২.৪ লিটার

অর্থাৎ ৬৭.২ লিটার অক্সিজেন প্রস্তুতিতে ২৪৫ গ্রাম  $KClO_3$  প্রয়োজন

∴ ১০২ লিটার অক্সিজেন প্রস্তুতিতে  $\frac{২৪৫ \times ১০২}{৬৭.২}$  গ্রাম  $KClO_3$

প্রয়োজন

= ৩৮৮ গ্রাম  $KClO_3$ ।

### অনুশীলন

১। ১৮ গ্রাম স্ট্রোনের সাহায্যে কত পরিমাণ লৌহকে আয়রন অক্সাইডে পরিণত করা যাবে? উৎপন্ন হাইড্রোজেনের প্রমাণাবস্থায় আয়তন কত হবে? (কলিকাতা)

২। ০.৭৬ গ্রাম ফেবাস সালফেট তাপ সাহায্যে বিয়োজিত করিলে প্রমাণাবস্থায় উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন কত হবে?

৩। ০.৮৫ গ্রাম জিংক সাগফাইডের সহিত অতিবিক্ত পরিমাণ অ্যাসিডের বিক্রিয়ার ফলে প্রমাণ তাপ ও উষ্ণতায় কত ঘন সেন্টিমিটার গ্যাসীয় পদার্থ উৎপন্ন হবে?

৪। প্রমাণ-অবস্থায় ১০ লিটার অ্যামোনিয়া প্রস্তুত কবিত্তে কি পরিমাণ  $NH_4Cl$  প্রয়োজন হইবে? (কলিকাতা)

৫। কত গ্রাম সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে ম্যাগনেজি ডাই অক্সাইড সাহায্যে প্রমাণাবস্থায় ৫ লিটার ক্লোরিন গ্যাস পাওয়া সম্ভব হবে?

৬। ১০৮ গ্রাম মার্কউরিক অক্সাইড বিয়োজিত করিয়া যে অক্সিজেন পাওয়া যাইবে ১৭° সেন্টি উষ্ণতায় এবং ৭৪০ মিলিমিটার চাপে তাহার আয়তন কত হইবে?

৭। ২০০ গ্রাম চূনাখরের উপর অতিরিক্ত অ্যাসিডের বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের ২৫° উষ্ণতায় এবং ৭২০ মিলিমিটার চাপে আয়তন কি হবে?

৮। ২৭° উষ্ণতায় এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপে ২ লিটার কার্বন মনোক্সাইড দ্রবণ। কতখানি ক্লোরিক অ্যাসিড হইতে উহা পাওয়া যাবে?

৯। ২৫ গ্রাম জিংক হইতে অতিবিক্ত  $HCl$  দ্বারা উৎপন্ন হাইড্রোজেনকে সম্পূর্ণ জারিত করিতে ১২° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতা এবং ৭৮০ মিলিমিটার চাপের অক্সিজেনের কত আয়তন পরিমাণ প্রয়োজন হইবে? (কলিকাতা)

১০। এক গ্রাম সালফার সম্পূর্ণ পোড়াইতে  $৩০^{\circ}$  সেন্টি উষ্ণতা এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপের কতখানি বাতাস দরকার হইবে? বাতাসে আয়তন হিসাবে অক্সিজেনের পরিমাণ ২০.৮% এবং এক লিটার হাইড্রোজেনের (প্রমাণাবস্থায়) ওজন = ০.৯ গ্রাম। (কলিকাতা)

১১। ১০০০ লিটার আয়তনবিশিষ্ট একটি বেলুনকে  $২৭^{\circ}$  সেন্টি উষ্ণতা এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপের হাইড্রোজেন গ্যাস পূর্ণ করিতে হইবে। কত কম পরিমাণ লৌহের সাহায্যে এই হাইড্রোজেন উৎপাদন করা সম্ভব হইবে? (কলিকাতা)

১২।  $২৭^{\circ}$  সেন্টি উষ্ণতা এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপে ১০০ ঘনসেন্টিমিটার মিথেন গ্যাসকে অতিরিক্ত অক্সিজেনসহ পোড়ানোর প্রমাণাবস্থায় উৎপন্ন  $\text{CO}_2$  এর আয়তন কত হইবে? উৎপন্ন জলের ওজনের পরিমাণ কত? (কলিকাতা)

১৩।  $২৭^{\circ}$  সেন্টি উষ্ণতা এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপে এক লিটার নাইট্রোজেন গ্যাস প্রস্তুত করিতে কি ওজনের অ্যামোনিয়া এবং ক্লোরিন দরকার হইবে? (কলিকাতা)

১৪। এক গ্রাম আয়রনকে ফেবিক ক্লোরাইডে কপাস্তমিত করিয়া উহাকে জলে দ্রবীভূত করা হইল। প্রমাণ-অবস্থায় কত আয়তন পরিমাণ  $\text{H}_2$  গ্যাস দ্বারা উহাকে ফেরাস ক্লোরাইডে বিজারিত করা সম্ভব হইবে? (পাটনা)

১৫। একটি জলীয় দ্রবণে ০.৫ গ্রাম  $\text{HCl}$  আছে। প্রমাণ-অবস্থায় কত আয়তন  $\text{NH}_3$  গ্যাস দ্বারা উহাকে সম্পূর্ণ প্রশ্লিষ্ট করা যাইবে? (পাটনা)

১৬।  $১৮^{\circ}$  সেন্টি উষ্ণতায় এবং ৭৬৫ মিলিমিটার চাপে ৩৮০ ঘনসেন্টিমিটার হাইড্রোজেন  $\text{Pb(O)}_2$  এর উপর দিয়া পরিচালিত করিলে উৎপন্ন হইবে ওজন কত হইবে? (নাগপুর)

১৭। ১০ গ্রাম খনিজ সালফার পোড়াইয়া প্রমাণ অবস্থায় ৬ লিটার  $\text{SO}_2$  গ্যাস পাওয়া গেল। উহাতে বিদ্যমান সালফার শতকরা কত ভাগ ছিল? (বোম্বাই)

১৮। এক গ্রাম সোডিয়াম-পারদ সংকরের নমুনা জলেব বিদ্রাব্য ফলে  $১৩^{\circ}$  সেন্টি উষ্ণতায় এবং প্রমাণ চাপে ২০০ ঘন সেন্টিমিটার হাইড্রোজেন পাওয়া গেল। পারদ সংকরের সোডিয়াম শতকরা কত ভাগ ছিল? (এলাহাবাদ)

১৯।  $\text{CaCO}_3$  এবং  $\text{MgCO}_3$  এর একটি মিশ্রণেব এক গ্রাম হইতে প্রমাণ-অবস্থায় ২৪০ ঘন সেন্টিমিটার  $\text{CO}_2$  গ্যাস পাওয়া গেল। মিশ্রণটির উপাদান দুইটির অনুপাত কি ছিল? (নাগপুর)

২০। একটি  $\text{KClO}_3$  সহিত কিছু  $\text{KCl}$  মিশ্রিত ছিল। এই মিশ্রণের ১.৫৫৫ গ্রাম বিয়োজিত করিয়া যে অক্সিজেন পাওয়া গেল উহাতে  $২৭^{\circ}$  সেন্টি এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপে ১৫২ ঘন সেন্টিমিটার অ্যাসিটিলীনকে সম্পূর্ণ জারিত করা সম্ভব হইল। মিশ্রণটিতে  $\text{KClO}_3$  শতকরা কত ভাগ ছিল? (কলিকাতা)

২১। একটি ঘরের বায়ু কার্বন-ডাই-অক্সাইডেব পরিমাণ পরীক্ষা করা হইতেছিল। ১০০ লিটার বাতাসকে  $\text{KOH}$  এর উপর পরিচালিত করাতে পটাসের ওজন ০.০৮ গ্রাম বৃদ্ধি পাইল। ওজন হিসাবে বাতাসে  $\text{CO}_2$  এর পরিমাণ কত ছিল? (পাঞ্জাব)

২২। আয়তন হিসাবে বাতাসে অক্সিজেনের পরিমাণ শতকরা ২১ ভাগ। মোমের উপাদান  $\text{C}=৮০\%$  এবং  $\text{H}=২০\%$ । ৬০ গ্রাম মোম পোড়াইতে  $২৭^{\circ}$  সেন্টি এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপে কত পরিমাণ আয়তনের বাতাস প্রয়োজন হইবে? (কলিকাতা)

২৩। এক গ্রাম কয়লাকে প্রডিউসার গ্যাসে পরিণত করিতে প্রমাণ-অবস্থায় কত আয়তন বাতাসের প্রয়োজন? বাতাসে ওজন হিসাবে অক্সিজেন শতকরা ২৩ ভাগ থাকে। বাতাসের ঘনত্ব, ১৪'৪।

২৪। ক্যালসিয়াম কার্বনেট ও বাই-কার্বনেটেব একটি সম্পরিমাণ মিশ্রণকে খেততপ্ত করিয়া সমস্ত  $\text{CO}_2$  গ্যাস দূরীভূত করা হইল। মিশ্রণটির ওজন কি অম্লপাতে হ্রাস পাইবে? এক গ্রাম মিশ্রণ হইতে প্রমাণ-অবস্থায় উৎপন্ন  $\text{CO}_2$  এর আয়তন কত হইবে?

২৫। ৫ গ্রাম  $\text{KCl}$  অতিরিক্ত  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2$  সহ উত্তপ্ত করা হইল। উৎপন্ন ক্লোরিনকে একটি কস্টিক সোডার জলীয় দ্রবণে পরিচালিত করা হইল। ৫০ ঘন সেন্টিমিটার দ্রবণে ৫ গ্রাম কস্টিক সোডা দ্রবীভূত ছিল। ক্লোরিনের শোষণের পর দ্রবণটিতে কি কি পদার্থ কত পরিমাণে আছে নির্ধারণ কর। (কলিকাতা)

৫। বিক্রিয়ক এবং উৎপন্ন পদার্থের গ্যাসীয় অবস্থার আয়তনের পারস্পরিক সম্বন্ধ—

নির্দিষ্ট চাপ ও উষ্ণতায়, গ্যাসীয় পদার্থের বিক্রিয়া-কালে উহাদের আয়তন-গুলি সরলানুপাতে থাকে এবং বিক্রিয়াজাত পদার্থ যদি গ্যাসীয় অবস্থায় পাওয়া যায় তবে উহার আয়তনও বিক্রিয়কের আয়তনের সতিত সরলানুপাতে থাকে [গে লুসাক]।

আবার, নির্দিষ্ট চাপ ও উষ্ণতায় সমস্ত গ্যাসের এক গ্রাম-অণুব আয়তন একই হইবে [অ্যাভোগাড্রো]। সমীকরণের সাহায্যে কোন পদার্থের কত অণু বিক্রিয়াতে অংশ গ্রহণ কবে জানা যায়। অতএব উহাদের কত গ্রাম-অণু বিক্রিয়া কবে তাহাও জানা যায়। স্বতরাং উহাদের আয়তনগুলির পরিমাণও জানা যায়। যথা— $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

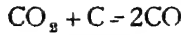
∴ ২ গ্রাম অণু হাইড্রোজেন এবং ১ গ্রাম অণু অক্সিজেন মিলিয়া ২ গ্রাম-অণু স্টীম উৎপন্ন করে।

অতএব, ২ ঘনায়তন হাইড্রোজেন গ্যাস এবং ১ ঘনায়তন অক্সিজেন মিলিয়া ২ ঘনায়তন স্টীম উৎপন্ন করিবে। প্রত্যেকটি উপাদানই একই চাপ ও উষ্ণতায় মাপিতে হইবে এবং গ্যাসীয় অবস্থায় না থাকিলে উপরোক্ত নিয়ম প্রযোজ্য হইবে না।

স্পষ্টতঃই দেখা যাইতেছে, কোন বিক্রিয়াতে গ্যাসীয় পদার্থগুলির অণুর অম্লপাত ও উহাদের আয়তনের অম্লপাত একই হইতে হইবে।

অতএব, বিক্রিয়ার সমীকরণ হইতে, নির্দিষ্ট পরিমাণ আয়তনের বিক্রিয়ক হইতে কত আয়তন পরিমাণ গ্যাসীয় পদার্থ উৎপন্ন হইবে তাহা জানা সম্ভব।

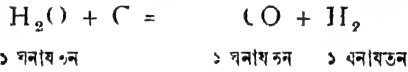
**উদাহরণ ১।** এক লিটার কার্বন-ডাই-অক্সাইড হইতে কত লিটার কার্বন-মনোঅক্সাইড একই উষ্ণতা ও চাপে প্রস্তুত করা সম্ভব ?



অর্থাৎ, ১ ঘনায়তন  $\text{CO}_2$  হইতে ২ ঘনায়তন  $\text{CO}$  পাওয়া যায়

∴ ১ লিটার  $\text{CO}_2$  ... ২ লিটার  $\text{CO}$ .....  
= ২ লিটার  $\text{CO}$ ।

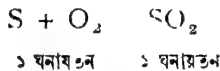
**উদাহরণ ২।** একই চাপ ও উষ্ণতায় ১০০ লিটার স্টীম হইতে কত লিটার ওয়াটার গ্যাস উৎপন্ন করা যাইবে ?



অর্থাৎ, ১ ঘনায়তন স্টীম হইতে ১ ঘনায়তন ওয়াটার গ্যাস উৎপন্ন হয়

∴ ১০০ লিটার স্টীম হইতে ১০০ লিটার ওয়াটার গ্যাস পাওয়া যাইবে  
= ১০০ লিটার ওয়াটার গ্যাস।

**উদাহরণ ৩।** বাতাসে অক্সিজেন আদ্যতন হিসাবে শতকরা ২০ ভাগ আছে ১০০০ লিটার মালফার-ডাই-অক্সাইড উৎপাদন করিতে কৈ পরিমাণ বাতাসের প্রয়োজন ?



অর্থাৎ ১ ঘনায়তন  $\text{SO}_2$  প্রস্তুত করিতে ১ ঘনায়তন অক্সিজেন প্রয়োজন।

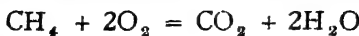
∴ ১০০০ লিটার..... ১০০০ লিটার .....  
= ১০০০ লিটার অক্সিজেন।

কিন্তু ২০ লিটার অক্সিজেন ১০০ লিটার বাতাস হইতে পাওয়া যাইবে।

$$100 \times 1000 \text{ লিটার}$$

$$= 5000 \text{ লিটার বাতাস।}$$

**উদাহরণ ৪।** ২০ ঘন সেটিমিটার মিথেন গ্যাসকে ১০০ ঘন সেটিমিটার অক্সিজেনের সহিত মিশ্রিত করিয়া বিদ্যুৎশুল্ক দ্বারা জারিত করিলে উৎপন্ন গ্যাস-মিশ্রণের আয়তন কত হইবে ? চাপ ও উষ্ণতা অপরিবর্তিত রাখা হইবে।



১ ঘনায়তন      ২ ঘনায়তন      ১ ঘনায়তন

অর্থাৎ ১ ঘনায়তন  $\text{CH}_4$  এবং জল ২ ঘনায়তন  $\text{O}_2$  প্রয়োজন এবং উহাতে ১ ঘনায়তন  $\text{CO}_2$  উৎপন্ন হইবে।

অতএব ২০ ঘন সেন্টিমিটার মিথেনের জল ৪০ ঘন সেন্টিমিটার অক্সিজেন ব্যয় হইবে এবং উৎপন্ন  $\text{CO}_2$  এর পরিমাণ ২০ ঘন সেন্টিমিটার।

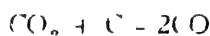
জারণের পর, অক্সিজেনের পরিমাণ =  $১০০ - ৭০ = ৩০$  ঘন সেন্টি.

$\text{CO}_2$  এর পরিমাণ = ২০ ঘন সেন্টিমিটার

মোট গ্যাসের পরিমাণ =  $৩০ + ২০$

= ৫০ ঘন সেন্টি.।

**উদাহরণ ৫।** প্রমাণাবস্থায় ৮০০ ঘন সেন্টিমিটার  $\text{CO}_2$  গ্যাস উত্তপ্ত কোকের উপর দিয়া পরিচালনাব ফলে উহাৰ আয়তন ১৩০০ ঘন সেন্টিমিটারে পরিণত হইল। বিকিয়াক্ষেপে গ্যাস-মিশ্রণের উপাদানগুলি কি কি পরিমাণ আছে?



১ ঘনায়তন                      ২ ঘনায়তন

মনে কর,  $x$  ঘন সেন্টিমিটার গ্যাস কার্বন দ্বারা বিজারিত হইবাছে, তাহা হইলে, উৎপন্ন  $\text{CO}$  গ্যাসের পরিমাণ  $২x$  ঘন সেন্টি.

∴ অপরিণতিত  $\text{CO}_2$  গ্যাসের আয়তন =  $(৮০০ - x)$  ঘন সেন্টি.

অতএব,  $২x + ৮০০ - x = ১৩০০$

∴  $x = ৫০০$

অর্থাৎ, উৎপন্ন কার্বন মনোক্সাইড ১০০০ ঘন সেন্টি.

এবং কার্বন-ডাই-অক্সাইড = ৩০০ ঘন সেন্টি.।

সুতরাং মিশ্রণে  $\text{NO} = ৪৭$  ঘনসেন্টিমিটার এবং  $\text{N}_2\text{O} = ১৬$  ঘনসেন্টিমিটার ছিল।

**উদাহরণ ৬।** কার্বন-মনোক্সাইড  $[\text{CO}]$ , মিথেন  $[\text{CH}_4]$  এবং ইথেনের  $[\text{C}_2\text{H}_6]$  একটি ১০ ঘনসেন্টি মিশ্রণকে ৪০ ঘনসেন্টি অক্সিজেন সহ বিদ্যুৎফুলিঙ্গ দ্বারা জারিত করিলে ১২ ঘনসেন্টিমিটার  $\text{CO}_2$  গ্যাস উৎপন্ন হইল এবং ২৩ ঘনসেন্টি. অক্সিজেন অবশিষ্ট থাকিল। গ্যাস-মিশ্রণের উপাদানগুলির পরিমাণ বাহির কর।

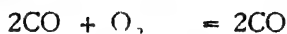
মনে কর, COএর আয়তন =  $x$  ঘনসেটিমিটার

$CH_4$ এর আয়তন =  $y$  ”

$C_2H_6$ এর আয়তন =  $z$  ”

$$\therefore x + y + z = 10$$

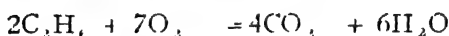
আমরা জানি,



২ ঘনায়তন ১ ঘনায়তন ২ ঘনায়তন



১ ঘনায়তন ২ ঘনায়তন ১ ঘনায়তন



২ ঘনায়তন ৭ ঘনায়তন ৪ ঘনায়তন

$\therefore x$  ঘনসেটি COএর জন্য  $\frac{x}{2}$  ঘনসেটি  $O_2$  প্রয়োজন এবং  $x$  ঘনসেটি.

$CO_2$  উৎপন্ন হয়,

$y$  ঘনসেটি  $CH_4$ এর জন্য  $2y$  ঘনসেটি  $O_2$  প্রয়োজন এবং  $y$  ঘনসেটি.

$CO_2$  উৎপন্ন হয়,

$z$  ঘনসেটি  $C_2H_6$  এর জন্য  $\frac{7}{2}z$  ঘনসেটি  $O_2$  প্রয়োজন এবং  $2z$  ঘনসেটি.

$CO_2$  উৎপন্ন হয়।

$$\therefore \text{উৎপন্ন } CO_2 \text{ এর পরিমাণ, } x + y + 2z = 12$$

$$\text{এবং প্রয়োজনীয় } O_2 \text{ এর পরিমাণ } \frac{x}{2} + 2y + \frac{7}{2}z = 80 - 20 = 60$$

$$\text{অতএব, } x + y + z = 10$$

$$x + y + 2z = 12$$

$$x + 8y + 9z = 38$$

$$\therefore \left. \begin{array}{l} x = 8 \text{ ঘনসেটিমিটার, CO এর আয়তন} \\ z = 8 \text{ ঘনসেটিমিটার, } CH_4 \text{ এর আয়তন} \\ z = 2 \text{ ঘনসেটিমিটার, } C_2H_6 \text{ এর আয়তন} \end{array} \right\} \text{উত্তর।}$$

## অনুশীলন

১। ২৫ লিটার অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রস্তুত করিতে একই চাপ ও উষ্ণতায় কত আয়তন হাইড্রোজেন দরকার হইবে ?

২। বাতাসে অক্সিজেন আয়তন হিসাবে শতকরা ২০ ভাগ আছে। ১০০ লিটার  $SO_2$  গ্যাসকে জারিত করিতে কি পরিমাণ বাতাস প্রয়োজন হইবে ? চাপ ও উষ্ণতার কোন পরিবর্তন হইবে না।

৩। আয়তন হিসাবে বায়ুতে,  $O_2 = ২১\%$ ,  $N_2 = ৭৯\%$ । বায়ুর সমস্তটুকু অক্সিজেনই যদি কার্বনের সহিত যুক্ত হয় তবে উৎপন্ন প্রাউউসার গ্যাসের উদাপনগুলির শতকরা পরিমাণ কি হইবে ?

৪। ৫০ লিটার অ্যাসিটিলীন গ্যাস প্রজ্জ্বলনে কত লিটার বায়ু প্রয়োজন হইবে ? (বায়ুতে  $O_2 = ২০\%$ ) উৎপন্ন  $CO_2$  গ্যাসের আয়তন কত হইবে। চাপ ও উষ্ণতা অপরিবর্তনীয়।

৫। ২ লিটার নাইট্রিক অক্সাইডকে নাইট্রোজেন পাব অক্সাইডে পরিণত করিতে একই চাপ ও উষ্ণতায় কতপানি অক্সিজেন প্রয়োজন হইবে ? উৎপন্ন  $N_2O_4$  গ্যাসের আয়তন কত হইবে ?

৬। প্রমাণাবস্থায় ১ লিটার বায়ন ডার-অক্সাইড প্রস্তুত করিতে ২৭° সেলসিয়াস উষ্ণতা এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপের কতখানি কার্বন-মনোক্সাইড ও অক্সিজেন প্রয়োজন হইবে ?

৭। ১০০ লিটার  $CO$ , হইতে প্রমাণ অবস্থায় কত আয়তন পরিমাণ  $CO$  গ্যাস পাওয়া যাইতে পারে। (বলিকাতা)

৮। ৭° সেলসিয়াস উষ্ণতা ৭২০ মিলিমিটার চাপে ২০ ঘনসেন্টিমিটার ব্লোবিং অ্যামোনিয়া হইতে ৭৬টা নাইট্রোজেন প্রমাণাবস্থায় উৎপন্ন করিতে পারিবে ?

৯। ৭০ ঘনসেন্টিমিটার  $CO$ , ২৮ ঘনসেন্টিমিটার অক্সিজেনের সহিত মিশাইয়া বিদ্রাংফুলিঙ্গ সাহায্যে জারিত করা হইল। উৎপন্ন গ্যাস-মিশ্রণটিকে  $KOH$  অবশেষে ভিত্তি দিয়া পৰিচালিত করা হইলে কি গ্যাস কত পরিমাণে অবশিষ্ট থাকিবে। (বোম্বে)

১০। ২৫ ঘনসেন্টিমিটার আয়তন একটি হাইড্রোজেন ও নাইট্রিক অক্সাইডের মিশ্রণ উত্তপ্ত কপারের উপর দিয়া পৰিচালনার পর দেখা গেল উষ্ণতায় আয়তন ২০ ঘনসেন্টিমিটার হইয়াছে। গ্যাস-মিশ্রণের উপাদান দুইটি শতকরা কি পরিমাণে ছিল ? চাপ ও উষ্ণতায় কোন পরিবর্তন হয় নাই। (কলিকাতা)

১১। একটি কোলগ্যাসে,  $H = ৪৫\%$ ,  $CH_4 = ৩০\%$ ,  $CO = ২০\%$  এবং  $C_2H_2 = ৫\%$  ছিল। ১০০ ঘনায়তন কোলগ্যাসে ১৬০ ঘনায়তন অক্সিজেনের সহিত মিশাইয়া বিদ্রাংফুলিঙ্গ সাহায্যে জারিত করিলে, বিক্রিয়া শেষে কি কি গ্যাস কত পরিমাণে থাকিবে এবং গ্যাসের মোট আয়তন কত হইবে ? (পাঞ্জাব)

১২। একটি গ্যাস মিশ্রণে  $H = ৪৬\%$ ,  $CH_4 = ৪০\%$ ,  $C_2H_4 = ১৪\%$  আছে। ১০০ লিটার এই মিশ্রণকে জারিত করিতে কতটা বায়ুর দরকার হইবে ? বায়ুতে অক্সিজেন শতকরা ২১ ভাগ আছে।

১৩।  $CO$  এবং  $C_2H_2$  গ্যাসের ৪০ ঘনসেন্টিমিটার একটি মিশ্রণ ১০০ ঘনসেন্টিমিটার অক্সিজেনের সহিত মিশাইয়া একটি গ্যাসমানয়নের বিদ্রাংফুলিঙ্গ সহকারে জারিত করা হইল। বিক্রিয়ার পর গ্যাসের আয়তন ১০৪ ঘনসেন্টি হইল এবং  $KOH$  দ্বারা শোষণের পর অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন ৪৮ ঘনসেন্টি. দেখা গেল। গ্যাস মিশ্রণের উপাদানদ্বয়ের শতকরা পরিমাণ নির্ণয় কর। (এলাহাবাদ)

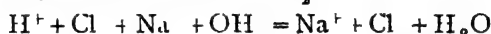
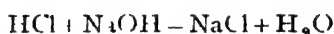
১৪। কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন-ডাই অক্সাইডের এক লিটার একটি মিশ্রণ হইতে ১৬০০ ঘনসেটিমিটার CO পাওয়া গেল। উষ্ণতা ও চাপের কোন পরিবর্তন হয় নাই। গ্যাস-মিশ্রণের উপাদান দুইটি কত পরিমাণ ছিল ? (কলিকাতা)

১৫। মিথেন, হাইড্রোজেন ও অ্যাসিটিলীনেব ২০ ঘনসেটিমিটার একটি মিশ্রণকে বিদ্যুৎশক্তি সাহায্যে সম্পূর্ণ জারিত করিতে ৪২ ঘনসেটিমিটার অক্সিজেন প্রয়োজন হইল এবং উহার ফলে ৩৩ ঘনসেটিমিটার CO<sub>2</sub> পাওয়া গেল। মিশ্রণের উপাদানগুলি কোনটা কত পরিমাণে ছিল ?

১৬। ১৫ ঘনসেটিমিটার হাইড্রোজেন, কার্বন মনোক্সাইড এবং মিথেনেব একটি মিশ্রণের জারণের জন্য ১৫ ঘনসেটিমিটার অক্সিজেন প্রয়োজন হইল এবং উৎপন্ন কার্বন-ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ ১০ ঘনসেটিমিটার। উপাদানগুলি মিশ্রণে কি অনুপাতে ছিল ?

## ৬। অম্লমিতি ও ক্ষারমিতি (Acidimetry & Alkalimetry)

**প্রশমন-ক্রিয়া :** অম্ল ও ক্ষারের দ্রবণ একত্র হইলেই উহাদের ভিতর রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে এবং জল ও লবণ উৎপন্ন হয়। দ্রবণে অম্ল আয়নিত হইয়া H<sup>+</sup> আয়ন উৎপাদন করে এবং ক্ষার OH<sup>-</sup> আয়ন উৎপাদন করে। অম্ল এবং ক্ষারের ক্রিয়াব সময়ে H<sup>+</sup> এবং OH<sup>-</sup> আয়ন মিলিত হইয়া জল উৎপাদন করে :—



এইরূপ অম্ল ও ক্ষারের বিক্রিয়াটিকে সচরাচর “প্রশমন-ক্রিয়া” (Neutralisation) বলা হয়। বস্তুতঃ প্রশমন ক্রিয়াতে H<sup>+</sup> এবং OH<sup>-</sup> আয়নের মিলন ঘটে।

বলা বাস্তব রাসায়নিক যন্ত্রাণুযায়ী নির্দিষ্ট পরিমাণ ক্ষারের সহিত নির্দিষ্ট পরিমাণ অম্ল বিক্রিয়া করিবে। অতএব কোন অম্লস্রবণের সহিত উহাকে প্রশমিত করিতে যতটা ক্ষার প্রয়োজন তদপেক্ষা অধিক পরিমাণ ক্ষার মিশ্রিত করিলে সম্পূর্ণ অম্লটুকু প্রশমিত হইয়া লবণে পরিণত হইবে এবং অতিরিক্ত ক্ষারটুকু অবশিষ্ট থাকিবে। পক্ষান্তরে মিশ্রিত ক্ষারের পরিমাণ অম্লটুকুর প্রশমনের পক্ষে পর্যাপ্ত না হইলে, অতিরিক্ত অম্ল থাকিয়া যাহবে এবং সম্পূর্ণ ক্ষারটুকু রূপান্তরিত হইবে। অর্থাৎ, ক্ষার এবং অম্ল একত্র হইলেই যতক্ষণ না একটি সম্পূর্ণ রূপান্তরিত হইয়া লোপ পায় ততক্ষণ বিক্রিয়া চলিবে। যদি অম্ল ও ক্ষার দুইটিই উহাদের পরস্পরের প্রয়োজনীয় অনুপাতে থাকে তবে দুইটিই লোপ পাইবে এবং লবণের একটি প্রশমন-দ্রবণ পাওয়া যাইবে।

**নির্দেশক—**অম্ল দ্রবণ লিটমাসকে লাল এবং ক্ষার দ্রবণ লিটমাসকে নীল বর্ণে পরিণত করে। সুতরাং কোন দ্রবণে দুই এক ফোঁটা লিটমাস মিশাইলে যদি ইহা লাল হয় তবে উহা অম্ল দ্রবণ বুঝা যাইবে। আবার যদি লিটমাস মিশাইলে দ্রবণের রং নীল হয় তবে দ্রবণটি ক্ষারজাতীয় বুঝিতে হইবে। অর্থাৎ



বর্ণ-পরিবর্তনের সাহায্যে লিটমাস কোন দ্রবণের অম্ল বা ক্ষার গুণ নির্দেশ করিতে পারে।

লিটমাসের মত একরূপ আরও অসংখ্য অনেক পদার্থ আছে যাহারা নিজেদের বর্ণের পরিবর্তন দ্বারা অম্ল ও ক্ষার-দ্রবণ চিহ্নিত করিতে পারে; যথা :—ফিনলথ্যালিন, মিথাইল অরেঞ্জ, মিথাইল রেড ইত্যাদি। যে সকল পদার্থ অম্ল এবং ক্ষার দ্রবণের সংস্পর্শে বিভিন্ন রং ধারণ করিয়া উহাদিগকে নির্দেশ করিতে পারে, সেই পদার্থগুলিকে আমরা ‘নির্দেশক’ বা ‘সূচক’ (Indicators) বলি। আমরা সর্বদা যে সকল নির্দেশক ব্যবহার করি, ক্ষার এবং অম্ল দ্রবণে তাহাদের রঙের পরিবর্তন এখানে উল্লেখ করা হইল :—

নির্দেশক	অম্ল দ্রবণে	ক্ষার দ্রবণে
১। লিটমাস	লাল	নীল
২। মিথাইল অরেঞ্জ	গোলাপী	হলুদ
৩। মিথাইল রেড	লাল	হলুদ
৪। ফিনলথ্যালিন	বর্ণহীন	লাল

মনে কর, একটি HCl দ্রবণকে NaOH দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত করা হইতেছে। HCl দ্রবণটি একটি বীকারে লইয়া উহাকে দুই ফোঁটা ফিনলথ্যালিন নির্দেশক দেওয়া হইল। উহা বর্ণহীনই থাকিবে। অতঃপর উহাতে বিন্দু বিন্দু ক্ষার দ্রবণ মিশাইলে, ক্রমে ক্রমে উহার অম্ল কমিয়া যাইবে। কিন্তু যতক্ষণ অম্ল থাকিবে দ্রবণটি বর্ণহীনই থাকিবে। কিন্তু ক্ষার দ্রবণ আরও মিশ্রিত করিয়া গেইমাত্র সম্পূর্ণ অম্লটুকু প্রশমিত হইয়া যাইবে এবং একফোঁটা ক্ষার অতিরিক্ত হইবে তৎক্ষণাৎ দ্রবণটিকে ফিনলথ্যালিন লাল করিয়া দিবে। যে অবস্থায়, অর্থাৎ যতখানি ক্ষার দিলে সম্পূর্ণ অম্লটুকু প্রশমিত হয় তাহাকে “প্রশমন-কণ” (Neutral point) বলে। নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তনের দ্বারা এইভাবে প্রশমন-কণ নির্ধারণ সম্ভব। অম্ল দ্রবণে ক্ষার না ঢালিয়া, ক্ষার দ্রবণে অম্ল ধীরে ধীরে মিশাইয়াও প্রশমন-কণ বাহির করা যায়। সুতরাং নির্দেশক যে কেবল কোন দ্রবণের অম্লত্ব বা ক্ষারত্ব নির্দেশ করে তাহা নহে, উহা প্রশমন-কণ নির্ধারণে বিশেষ উপযোগী। ফিনলথ্যালিনের পরিবর্তে অসংখ্য নির্দেশক দ্বারাও প্রশমন-কণ নির্ণয় করা যায়।

অম্ল দুই শ্রেণীর—তীব্র এবং মৃদু। কতকগুলি অম্ল যেমন HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,

ইত্যাদি দ্রবণে প্রায় সম্পূর্ণ বিয়োজিত হইয়া থাকে এবং প্রচুর  $H^+$  আয়ন উৎপন্ন করে। ইহারা তীব্র অম্ল। আবার অ্যাসেটিক অ্যাসিড, কার্বনিক অ্যাসিড প্রভৃতির তড়িৎ-বিয়োজন খুব কম, সুতরাং উহারা বিশেষ  $H^+$  আয়ন দেয় না। ইহাদিগকে মৃদু অম্ল বলে।

অম্লের মত ক্ষারও তীব্র এবং মৃদু দুই শ্রেণীর। তীব্র ক্ষার, যথা  $KOH$  আয়নিত হইয়া প্রচুর  $OH^-$  আয়ন সৃষ্টি করে। কিন্তু মৃদু ক্ষার, যথা  $NH_4OH$  বিশেষ আয়নিত হয় না এবং উহা খুব সামান্য  $OH^-$  আয়ন উৎপাদন করে।

অম্ল ও ক্ষারের বিক্রিয়াকালে প্রশমন-ক্ষণ নির্ণয়ে উহাদের তীব্রতা বা মৃদুতা অনুযায়ী নির্দেশক ব্যবহার করিতে হয়। সব নির্দেশক সমস্ত রকম বিক্রিয়ার প্রশমন-ক্ষণ স্থির কবাব পক্ষে উপযুক্ত নয়। যথাযোগ্য নির্দেশক ব্যবহারের একটি তালিকা দেওয়া হইল :—

প্রশমন-ক্ষণ নির্ণয়	উপযুক্ত নির্দেশক
১। তীব্র ক্ষার—মৃদু অম্ল	ফিনলথ্যালিন
২। মৃদু ক্ষাব—তীব্র অম্ল	মিথাইল অরেঞ্জ
৩। তীব্র ক্ষাব—তীব্র অম্ল	যে কোন নির্দেশক

**অম্ল ও ক্ষারের তুল্যাক**—অম্লের যতভাগ পরিমাণ ওজনে একভাগ প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন থাকে, সেই পরিমাণকে “অম্লের তুল্যাক” (equivalent wt. of the acid) বলে। সুতরাং যত গ্রাম অ্যাসিড হইতে এক গ্রাম হাইড্রোজেন পাওয়া যাইবে, তত গ্রাম সেই অ্যাসিডের “গ্রাম-তুল্যাক” (gm.-equivalent)। যেমন, ৩৬.৫ ভাগ  $HCl$  হইতে একভাগ হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

.  $HCl$ এর তুল্যাক, ৩৬.৫, এবং  $HCl$ এর গ্রাম-তুল্যাক, ৩৬.৫ গ্রাম।

$H_2SO_4$ এর ৯৮ ভাগ হইতে ২ ভাগ হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন করা যায়।

অতএব,  $H_2SO_4$ এর তুল্যাক, ২৯.৮, এবং  $H_2SO_4$ এর গ্রাম তুল্যাক, ৯৯ গ্রাম।

আবার, অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন-সংখ্যাই উহার ক্ষার-গ্রাহিতা। অতএব, অ্যাসিডের গ্রাম-অণুকে উহার ক্ষারগ্রাহিতা দ্বারা ভাগ করিলেই উহার গ্রাম-তুল্যাক পাওয়া যাইবে :—

$$\text{অম্লের গ্রাম-তুল্যাক} = \frac{\text{অম্লের গ্রাম-অণু}}{\text{অম্লের ক্ষারগ্রাহিতা}}$$

ক্ষারের তুল্যাক্ষও অপরূপ উপায়ে স্থির করা হয়। ক্ষারের যত ভাগ পরিমাণ ওজনের একটি OH মূলক অর্থাৎ ১৭ ভাগ ওজনের OH মূলক থাকে, সেই পরিমাণকে “ক্ষারের তুল্যাক্ষ” (equivalent wt. of the base) বলে। হতরাং যত গ্রাম ক্ষারবস্তুতে ১৭ গ্রাম OH মূলক থাকে, উহাই ক্ষারের “গ্রাম-তুল্যাক্ষ” (gm. equivalent)। যেমন, NaOH-এর ৪০ ভাগে ১৭ ভাগ OH মূলক আছে।

∴ NaOH-এর তুল্যাক্ষ, ৪০ ; এবং উহার গ্রাম-তুল্যাক্ষ, ৪০ গ্রাম।  
আবার, Ca(OH)<sub>২</sub>-এর ৭৪ ভাগ ওজনের ৩৪ ভাগ OH মূলক আছে। অতএব, Ca(OH)<sub>২</sub>-এর তুল্যাক্ষ  $\frac{৭৪}{২} = ৩৭$ , এবং উহার গ্রাম-তুল্যাক্ষ, ৩৭ গ্রাম।

আমরা জানি, ক্ষারের OH মূলকের সংখ্যাই উহার অম্লগ্রাহিতা। অতএব, ক্ষারের গ্রাম-অণুকে উহার অম্লগ্রাহিতা দ্বারা ভাগ করিলে, কত গ্রাম ক্ষারে একটি OH মূলক আছে পাওয়া যাইবে। উহাই ক্ষারের তুল্যাক্ষ।

$$\therefore \text{ক্ষারের তুল্যাক্ষ} = \frac{\text{ক্ষারের গ্রাম-অণু}}{\text{ক্ষারের অম্লগ্রাহিতা}}$$

দেখা যাইতেছে, এক গ্রাম-তুল্যাক্ষ কোন অম্লে এক গ্রাম প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন থাকিবে। আবার, এক গ্রাম-তুল্যাক্ষ কোন ক্ষারে ১৭ গ্রাম OH মূলক থাকিবে। এক গ্রাম হাইড্রোজেনকে প্রশমিত করিতে ঠিক ১৭ গ্রাম OH মূলকই প্রয়োজন। অতএব, স্বচ্ছন্দে বলা যায়, ক্ষারের যত গ্রাম ওজন এক গ্রাম-তুল্যাক্ষ অম্লে প্রশমিত করে, উহাই ক্ষারের “গ্রাম-তুল্যাক্ষ”।

**লবণের তুল্যাক্ষ**—কারমিতিতে কখনও কখনও লবণের তুল্যাক্ষ প্রয়োজন হয়। লবণের ভিতরে যে ধাতুটি থাকে উহার তুল্যাক্ষ-ভাগ যত ভাগ পরিমাণ লবণে থাকিবে, তাহাই লবণের তুল্যাক্ষ হইবে। যেমন,

Na<sub>২</sub>CO<sub>৩</sub> লবণের আণবিক গুরুত্ব, ১০৬ এবং উহাতে ৪৬ ভাগ সোডিয়াম আছে। সোডিয়ামের তুল্যাক্ষ, ২৩।

অতএব ২৩ ভাগ সোডিয়াম  $\frac{১০৬}{২}$  অর্থাৎ ৫৩ ভাগ Na<sub>২</sub>CO<sub>৩</sub>এ আছে।

∴ Na<sub>২</sub>CO<sub>৩</sub>-এর তুল্যাক্ষ, ৫৩। উহার গ্রাম-তুল্যাক্ষ, ৫৩ গ্রাম।

## রাসায়নিক গণনা

$Al_2(SO_4)_3$  এর আণবিক গুরুত্ব, ৩৪২ এবং উহাতে ২৪ ভাগ অ্যালুমিনিয়াম আছে। অ্যালুমিনিয়ামের তুল্যাক, ৯।

∴ ৯ ভাগ অ্যালুমিনিয়াম  $\frac{৩৪২ \times ৯}{৫৪} = ৫৭$  ভাগ  $Al_2(SO_4)_3$  তে আছে

∴  $Al_2(SO_4)_3$  এর তুল্যাক, ৫৭ এবং উহার গ্রাম-তুল্যাক, ৫৭ গ্রাম।

**অম্ল এবং ক্ষারের দ্রবণ**—সব অম্ল বা ক্ষারের দ্রবণের শক্তি বা মাত্রা এক হইতে পারে না। নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রবণে যে পরিমাণ অম্ল বা ক্ষার দ্রবীভূত থাকে তাহার উপর উহার শক্তি নির্ভর করে।

এক লিটার দ্রবণে অ্যাসিড বা ক্ষারের এক গ্রাম-তুল্যাক দ্রবীভূত থাকিলে উক্ত দ্রবণকে “তুল্য-দ্রবণ” বা ‘নরম্যাল দ্রবণ’ বলে। সঙ্কেতের পূর্বে ‘N’ লিখিয়া তুল্য-দ্রবণ বুঝান হয়। N HCl অর্থাৎ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের তুল্য-দ্রবণ। N KOH অর্থাৎ কষ্টিক পটাসের তুল্য-দ্রবণ।

HCl এর তুল্যাক, ৩৬.৫। উহার তুল্য-দ্রবণের এক লিটারে ৩৬.৫ গ্রাম HCl থাকিবে।

$Na_2CO_3$  এর তুল্যাক, ৫৩। উহার তুল্য-দ্রবণের এক লিটারে ৫৩ গ্রাম  $Na_2CO_3$  থাকিবে।

কোন কোন সময় এক লিটার অম্ল বা ক্ষার দ্রবণে এক গ্রাম-তুল্যাকের পরিবর্তে উহার কোন ভগ্নাংশ পরিমাণ দ্রাব থাকে। সেই সকল দ্রবণের নাম মাত্রাংশযায়ী দেওয়া হয়। যেমন : একটি ক্ষার দ্রবণের এক লিটারে যদি এক গ্রাম-তুল্যাকের একশত ভাগের এক ভাগ থাকে, তাহা হইলে ঐ দ্রবণকে শতাংশ-তুল্য দ্রবণ (Centinormal solution) বলা হয়। ক্ষার এবং অম্লের এইরূপ দুইটি উদাহরণ নিম্নে দেওয়া হইল।

লিটারে দ্রাবের	দ্রবণের	নাম	দ্রাবের পরিমাণ
তুল্যাক-পরিমাণ	মাত্রার	সঙ্কেত	$Na_2CO_3$ , $H_2SO_4$
১। ১ গ্রাম তুল্যাক	— N	— তুল্য-দ্রবণ	— ৫৩ গ্রাম — ৪৯ গ্রাম
২। ৩ গ্রাম-তুল্যাক	— ৩N	— ত্রিগুণ তুল্য-দ্রবণ	— ১৫৯ ” — ১৪৭ ”
৩। ১ গ্রাম-তুল্যাক	— .৫N	— অর্ধ তুল্য-দ্রবণ	— ২৬.৫ ” — ২৪.৫ ”
৪। $\frac{১}{১০}$ গ্রাম-তুল্যাক	— .১N	— দশমাংশ তুল্য-দ্রবণ	— ৫.৩ গ্রাম — ৭.২ গ্রাম

লিটারে দ্রাবের	দ্রবণের	নাম	দ্রাবের পরিমাণ
তুল্যাক-পরিমাণ মাত্রার সম্বন্ধে			$\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$
৫। $\frac{3}{100}$ গ্রাম-তুল্যাক —	$\cdot 01\text{N}$ —শতাংশ তুল্য-দ্রবণ —	$\cdot ৫৩$ ” —	$\cdot ৪২$ ”
৬। $\frac{3}{100}$ গ্রাম-তুল্যাক —	$\cdot 001\text{N}$ —সহস্রাংশ তুল্য-দ্রবণ —	$\cdot ৫৩$ ” —	$\cdot ৪২$ ”

ইত্যাদি।

$\cdot 0৩\text{N}$   $\text{HCl}$ কে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের তিন-শতাংশ তুল্য-দ্রবণ বলা হইবে।  $\cdot 0২৭\text{N}$   $\text{NaOH}$ কে কঠিক সোডার ২৭ সহস্রাংশ তুল্য দ্রবণ অথবা  $\cdot ০২৭$  তুল্য দ্রবণ বলা হইবে।

এক লিটার দ্রবণে যত গ্রাম-তুল্যাক দ্রাব থাকিবে তাহাই সেই দ্রবণের “শক্তি বা তুল্যাক মাত্রা” (Normality)। যেমন,  $\cdot ৫\text{N}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণের তুল্যাক মাত্রা  $\cdot ৫$ , কেন না উক্ত দ্রবণে  $\cdot ৫$  গ্রাম-তুল্যাক সোডিয়াম কার্বনেট এক লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত আছে। পববর্তী আলোচনাতে “মাত্রা” উল্লেখ করিলে তুল্যাক মাত্রা বুঝিতে হইবে।

এক লিটার দ্রবণে এক গ্রাম-তুল্যাকের পরিবর্তে যদি এক গ্রাম-অণু দ্রাব থাকে তবে উহাকে “আণবিক দ্রবণ” (molar solution) বলা হয়। পূর্বের মতই এক গ্রাম-অণুর এক-শতাংশ দ্রাব এক লিটার দ্রবণে থাকিলে দ্রবণটিকে  $\cdot 01\text{M}$  অর্থাৎ শতাংশ আণবিক দ্রবণ বলা যাইবে।

প্রতি লিটার দ্রবণে যত গ্রাম-অণু দ্রাব দ্রবীভূত থাকিবে, তাহাই দ্রবণের আণবিক মাত্রা হইবে।

কঠিক সোডার গ্রাম-অণু ৪০, এবং তুল্যাকও ৪০। সুতরাং উহাব আণবিক-দ্রবণ এবং তুল্য দ্রবণ একই। সমস্ত একাকারী অম্ল এবং একাকী ক্ষারের তুল্যাক ও গ্রাম-অণু সমান, সুতরাং উহাদের আণবিক দ্রবণ এবং তুল্য-দ্রবণ একই হইবে। কিন্তু অম্লমিশ্র অম্ল বা ক্ষারের বেলায় আণবিক-দ্রবণের শক্তি তুল্যদ্রবণ অপেক্ষা অধিক হইবে। যেমন,

$\text{H}_2\text{SO}_4$ এর তুল্যাক, ৪২। উহাব তুল্য-দ্রবণের প্রতি লিটারে ৪২ গ্রাম  $\text{H}_2\text{SO}_4$  থাকে। আবার  $\text{H}_2\text{SO}_4$ এর গ্রাম অণু, ৯৮ গ্রাম। উহাব আণবিক-দ্রবণের প্রতি লিটারে ৯৮ গ্রাম  $\text{H}_2\text{SO}_4$  থাকে।

∴  $\text{H}_2\text{SO}_4$ এর আণবিক-দ্রবণটির শক্তি উহার তুল্য-দ্রবণের শক্তির দ্বিগুণ।

**প্রমাণ-দ্রবণ (Standard Solution)।** কোন দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তনে দ্রাবের পরিমাণ জানা থাকিলে উহাকে “প্রমাণ-দ্রবণ” বলা হয়। অর্থাৎ, দ্রবণে শক্তি বা মাত্রা যদি জানা থাকে তবে উহা প্রমাণ-দ্রবণ বলিয়া পরিগণিত হইবে। সাধারণতঃ আয়তনিক বিশ্লেষণে তুল্য-দ্রবণ অথবা দশমাংশ তুল্য-দ্রবণ প্রমাণ-দ্রবণ রূপে ব্যবহৃত হয়।

**দ্রবণের মাত্রা গণনা—**আমরা জানি, তুল্য-দ্রবণের এক লিটারে এক গ্রাম-তুল্যাক দ্রাব থাকে। সুতরাং কোন নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রবণে কত গ্রাম দ্রাব আছে জানিলে, দ্রবণটির মাত্রা হিসাব করা যায়। আবার, দ্রবণের মাত্রা জানা থাকিলে, কোন নির্দিষ্ট আয়তন দ্রবণে কি পরিমাণ দ্রাব আছে তাহাও স্থির করা যায়। কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া গেল।

**উদাহরণ ১।** ২৫০ ঘনসেন্টিমিটার দ্রবণে ২.৪৫ গ্রাম  $H_2SO_4$  আছে। দ্রবণটির মাত্রা কত?

২৫০ ঘনসেন্টিমিটারে ২.৪৫ গ্রাম  $H_2SO_4$  আছে।

∴ ১ লিটারে  $\frac{2.45}{250} \times 1000 = 9.8$  গ্রাম  $H_2SO_4$  আছে।

$H_2SO_4$  এর গ্রাম-তুল্যাক = ৯৮ গ্রাম।

দ্রবণটির মাত্রা =  $\frac{9.8}{98} N = 0.1 N$ ।

**উদাহরণ ২।** ৫ লিটার দ্রবণে ১০.৬ গ্রাম  $Na_2CO_3$  থাকিলে, উহার মাত্রা কি হইবে?

৫ লিটারে ১০.৬ গ্রাম  $Na_2CO_3$  আছে।

$Na_2CO_3$  এর গ্রাম-তুল্যাক = ৫৩ গ্রাম।

অর্থাৎ এক লিটারে ৫৩ গ্রাম  $Na_2CO_3$  থাকিলে উহা (N) তুল্য-দ্রবণ হইবে।

∴ “ ২.১২ গ্রাম “ “ “  $\frac{2.12}{53} N$  “ “  
= ০.০২N দ্রবণ হইবে।

**উদাহরণ ৩।** ০.২৫N NaOH এর ৭০০ ঘনসেন্টিমিটার দ্রবণে কতখানি কটিক সোডা আছে?

NaOH-এর গ্রাম-তুল্যাক = ৪০ গ্রাম

∴ ১ লিটার (N) তুল্য-দ্রবণে ৪০ গ্রাম কঠিক সোডা থাকে।

অর্থাৎ, ১ লিটার ০.২৫N দ্রবণে  $৪০ \times ০.২৫$  গ্রাম কঠিক সোডা থাকিবে।

অতরাং, ৭০০ ঘনসেটিমিটার ০.২৫N দ্রবণে  $\frac{৪০ \times ০.২৫ \times ৭০০}{১০০০}$  গ্রাম

= ৭.০ গ্রাম কঠিক সোডা থাকিবে।

**উদাহরণ ৪।** ১২N HCl দ্রবণের কত আয়তনে উহার এক গ্রাম-তুল্যাক থাকিবে?

HCl এর তুল্যাক, ৩৬.৫।

অতএব, ১২N HCl দ্রবণের এক লিটারে  $১২ \times ৩৬.৫$  গ্রাম অ্যাসিড থাকিবে

∴ .....  $\frac{১০০০}{১২}$  ঘনসেটিমিটারে ৩৬.৫ গ্রাম .....

- ৮৩.৩ ঘনসেটিমিটার।

**উদাহরণ ৫।** ১০%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণের তুল্যাক-মাত্রা কত?

১০%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণের প্রতি ১০০ ঘনসেটিমিটার দ্রবণে ১০ গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  আছে।

∴ প্রতি লিটার উক্ত দ্রবণে  $১০ \times ১০$  গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  আছে।

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  এর গ্রাম-তুল্যাক = ৫৩ গ্রাম।

∴ উক্ত দ্রবণের মাত্রা =  $\frac{১০০}{৫৩}$  N = ১.৮৮ N।

### অনুশীলন

(১) ১০০ ঘনসেটিমিটার কঠিক সোডার দ্রবণে ২২ গ্রাম NaOH থাকিলে, দ্রবণটির মাত্রা কি হইবে?

(২) ৪৫ ঘনসেটিমিটার  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দ্রবণে ৫০০ মিলিগ্রাম  $\text{H}_2\text{SO}_4$  আছে। দ্রবণটির মাত্রা কত?

(৩) ৩৩ লিটার কঠিক সোডার একটি দ্রবণে ১৩২ গ্রাম NaOH থাকিলে দ্রবণের মাত্রা কত হইবে?

(৪) ২৫০ ঘনসেটিমিটার HCl দ্রবণে ২৫ গ্রাম অ্যাসিড থাকিলে দ্রবণটির মাত্রা কি হইবে?

(৫) ০.৩N  $\text{HNO}_3$  এর ২৫০ ঘনসেটিমিটার দ্রবণ প্রস্তুত করিতে কত গ্রাম  $\text{HNO}_3$  প্রয়োজন?

(৬) • ২০ N অ্যাসেটিক অ্যাসিডের ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ৮০০ ঘনসেটিমিটার জ্বপে কতটুকু অ্যাসিড আছে? অ্যাসেটিক অ্যাসিড একক্যারী অম্ল।

(৭) ৫ লিটার ২ N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  জ্বপে প্রস্তুত করিতে কত গ্রাম  $\text{H}_2\text{SO}_4$  প্রয়োজন?

(৮) ১২ লিটার • ৫ N  $\text{FeCl}_3$  জ্বপে প্রস্তুত করিতে কত গ্রাম  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  প্রয়োজন?

(৯) • • • মাত্রাবিশিষ্ট • • • ঘনসেটিমিটার  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  এর জ্বপে প্রস্তুত করিতে কত গ্রাম  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  প্রয়োজন হইবে?

(১০) (ক) ২৫০ ঘনসেটিমিটার • ১ N, (খ) • • • ঘনসেটিমিটার • • • N, (গ) ১০০ ঘনসেটিমিটার • ২৫ N  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  জ্বপে প্রস্তুত করিতে কি কি পরিমাণ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  লাগিবে?

(১১) নিম্নলিখিত জ্বপগুলির তুল্যাক্ষ মাত্রা নির্ণয় কর :—

(ক) ২৬০  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  জ্বপ (খ) ১২০  $\text{HCl}$  জ্বপ।

(গ) ৫০  $\text{H}_2\text{SO}_4$  জ্বপ (ঘ) ৪%  $\text{NaOH}$  দ্রবণ।

(১২) ১০ গ্রাম সালফিউরিক অ্যাসিড প্রয়োজন। • • ২ N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  জ্বপের কত আয়তন লভ্য হইবে?

(১৩) ৫ গ্রাম কঠিক সোডার ডব্ল • ২৫ N মাত্রাবিশিষ্ট  $\text{NaOH}$  জ্বপের কত ঘনসেটিমিটার লওয়া প্রয়োজন?

(১৪) ৪ লিটার ৫ N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  অ্যাসিড জ্বপে ১০ গ্রাম  $\text{H}_2\text{SO}_4$  আছে। উহাতে আর কত গ্রাম  $\text{HCl}$  দ্রবীভূত করিলে দ্রবণটির অম্ল মাত্রা • ১ N হইবে?

(১৫) দুই গ্রাম কঠিক সোডা এবং দুই গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট একত্র • • • ঘনসেটিমিটার জ্বপে দ্রবীভূত থাকিলে দ্রবণটির ক্ষার মাত্রা কত হইবে?

(১৬) এক লিটার একটি কঠিক পটাস জ্বপে ২ গ্রাম  $\text{KOH}$  আছে। জ্বপটির মাত্রা • • • N করিতে উহাতে আর কত গ্রাম  $\text{NaOH}$  মিশ্রিত হইবে?

(১৭) ২৫০ ঘনসেটিমিটার একটি  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দ্রবণে ১২২৫ গ্রাম  $\text{H}_2\text{SO}_4$  আছে। জ্বপটির তুল্যাক্ষ মাত্রা ও আণবিক-মাত্রা কত?

(১৮) • ২৫ M আণবিক মাত্রাবিশিষ্ট  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  জ্বপের প্রতি ১০০ ঘনসেটিমিটারে কত গ্রাম সোডা আছে?

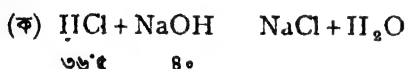
**অম্ল ও ক্ষারের বিক্রিয়ার মূলগত নীতি:** যে কোন অম্লের এক তুল্যাক্ষ-ভাগে এক ভাগ প্রতিস্থাপনীয় হাইড্রোজেন আছে। সেইরূপ যে কোন ক্ষারের এক তুল্যাক্ষ ভাগে ১৭ ভাগ  $\text{OH}$  মূলক আছে। এক ভাগ হাইড্রোজেনের সহিত ১৭ ভাগ  $\text{OH}$  মূলক মিলিত হইয়াই প্রশমন-ক্রিয়াতে জল উৎপাদন হয়। অতএব, একথা বলা যাইতে পারে, যে কোন অ্যাসিডের এক গ্রাম-তুল্যাক্ষ



যে কোন ক্ষারের এক গ্রাম-তুল্যাককে প্রশমিত করিতে পারে। সংক্ষেপে লিখিতে পারি,

এক গ্রাম-তুল্যাক অ্যাসিড  $\equiv$  এক গ্রাম-তুল্যাক ক্ষার  
অথবা '২৫ গ্রাম-তুল্যাক অ্যাসিড  $\equiv$  '২৫ গ্রাম-তুল্যাক ক্ষার  
অর্থাৎ  $x$  গ্রাম-তুল্যাক অ্যাসিড  $\equiv x$  গ্রাম-তুল্যাক ক্ষার

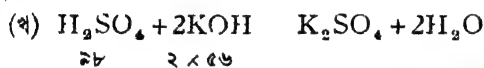
অম্ল এবং ক্ষারের বিক্রিয়ার সমীকরণ হইতেও এই সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায়। যথা :—



৩৬'৫ গ্রাম HCl ৪০ গ্রাম NaOH প্রশমিত করে।

HClএর গ্রাম-তুল্যাক ৩৬'৫ গ্রাম এবং NaOHএর গ্রাম-তুল্যাক ৪০ গ্রাম।

অতএব, HClএর এক গ্রাম-তুল্যাক NaOHএব এক গ্রাম-তুল্যাক প্রশমিত করে।



৯৮ গ্রাম  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ১১২ গ্রাম KOH প্রশমিত করে।

৪৯ " " ৫৬ " " " " "।

উহাদেব গ্রাম-তুল্যাক :  $\text{H}_2\text{SO}_4 = ৪৯$  গ্রাম,  $\text{KOH} = ৫৬$  গ্রাম।

অতএব,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ এব এক গ্রাম-তুল্যাক KOHএর এক গ্রাম-তুল্যাক প্রশমিত করে।

দেখা যাইতেছে, যে কোন অ্যাসিডের এক গ্রাম-তুল্যাকের প্রশমন-ক্ষমতা সমান। সাধারণে ব্যবহৃত বিভিন্ন অম্ল ও ক্ষারের গ্রাম-তুল্যাক এখানে দেওয়া হইল।

ক্ষার	অম্ল
NaOH - ৪০ গ্রাম।	HCl - ৩৬'৫ গ্রাম।
KOH - ৫৬ গ্রাম।	$\text{H}_2\text{SO}_4 = ৪৯'০$ গ্রাম।
$\text{Ca(OH)}_2$ ৩৭ গ্রাম।	$\text{H}_3\text{PO}_4 = ৩২'৬৭$ গ্রাম।
$\text{Na}_2\text{CO}_3 = ৫৩$ গ্রাম।	$\text{HNO}_3 = ৬৩'০$ গ্রাম।
$\text{NH}_4\text{OH} = ৩৫$ গ্রাম।	$\text{CH}_3\text{COOH} = ৬০'০$ গ্রাম।

সুতরাং ৪০ গ্রাম কঠিক সোডা  $= ৩৬'৫$  গ্রাম HCl

$\equiv ৪৯$  "  $\text{H}_2\text{SO}_4$

$\equiv ৬০$  "  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ইত্যাদি।

অথবা ৩৬.৫ গ্রাম  $HCl \equiv ৪০$  গ্রাম  $NaOH$

$\equiv ৫৬$  "  $KOH$

$\equiv ৩৭$  "  $Ca(OH)_2$

$\equiv ৫৩$  "  $Na_2CO_3$ , ইত্যাদি

অতএব এই নীতি হইতে কোন অম্লের একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ একটি ক্ষারের কত ওজনকে প্রশমিত করিবে জানিতে পারি।

অম্ল বা ক্ষারের তুল্য-দ্রবণের এক লিটার আয়তনে এক গ্রাম-তুল্যাক দ্রাব থাকে।

যে কোন অম্লের এক লিটার তুল্য-দ্রবণে ১ গ্রাম তুল্যাক অ্যাসিড আছে।

যে কোন ক্ষারের এক লিটার তুল্য দ্রবণে ১ গ্রাম-তুল্যাক ক্ষার আছে।

কিন্তু ১ গ্রাম-তুল্যাক অ্যাসিড - ১ গ্রাম তুল্যাক ক্ষার।

অতএব, যে কোন অ্যাসিডের ৫৭ লিটার তুল্য-দ্রবণ যে কোন ক্ষারের ১ লিটার তুল্য-দ্রবণকে প্রশমিত কবিবে। অর্থাৎ

অ্যাসিডের ১ লিটার তুল্য-দ্রবণ - ক্ষারের ১ লিটার তুল্য দ্রবণ

সুতরাং, অ্যাসিডের ৫ লিটার তুল্য-দ্রবণ - ক্ষারের ৫ লিটার তুল্য-দ্রবণ

অথবা, অ্যাসিডের ৩০ ঘনসেন্টিমিটার তুল্য দ্রবণ = ক্ষারের ৩০ ঘনসেন্টিমিটার

তুল্য দ্রবণ

অতএব, অ্যাসিডের ১ ঘনসেন্টিমিটার তুল্য-দ্রবণ = ক্ষারের ১ ঘনসেন্টিমিটার

তুল্য দ্রবণ

ইচ্ছা বার্থ, কোন অম্লের তুল্য-দ্রবণের কোন নির্দিষ্ট আয়তনকে প্রশমিত করিতে ক্ষারের সমায়তন তুল্য দ্রবণ প্রয়োজন হইবে।

সহজেই বুঝা যায়, তুল্য-দ্রবণের পবিবর্তে যদি সম মাত্রায় ছোট অম্ল ও ক্ষার লব্ধ হয়, উহাদের প্রশমনে সমায়তন পরিমাণ প্রয়োজন হইবে।

(১N) তুল্য দ্রবণে এক গ্রাম-তুল্যাক দ্রাব ১০০০ ঘনসেন্টিমিটারে দ্রবীভূত

থাকে।

১ N দ্রবণে " " " " ১ × ১০০০ " " " "

১০ N দ্রবণে " " " " ১০ × ১০০০ " " " "

১০০ N দ্রবণে " " " " ১০০ × ১০০০ " " " "

অর্থাৎ, দ্রবণের মাত্রা পরিবর্তনের সঙ্গে ১ গ্রাম-তুল্যাক দ্রাব যে আয়তন দ্রবণে থাকিবে তাহা বিপরীত অনুপাতে পরিবর্তিত হইবে। অতএব,  $V$  ঘন-সেন্টিমিটার তুল্য-দ্রবণে যতটুকু অম্ল বা ক্ষার থাকে  $\frac{1}{10}$  N দ্রবণের ১০  $V$  ঘন-সেন্টিমিটারে ততটুকু অম্ল বা ক্ষার থাকিবে।

$$\begin{aligned}\therefore V \text{ ঘনসেন্টিমিটার তুল্য-দ্রবণ} &= 2V \text{ ঘনসেন্টিমিটার } \frac{1}{2} \text{ N দ্রবণ} \\ &= 8V \quad " \quad " \quad \frac{1}{8} \text{ N দ্রবণ} \\ &= 10V \quad " \quad " \quad \frac{1}{10} \text{ N দ্রবণ} \\ &= 100V \quad " \quad " \quad \frac{1}{100} \text{ N দ্রবণ}\end{aligned}$$

অর্থাৎ, সম পরিমাণ দ্রাববিশিষ্ট দুইটি দ্রবণের আয়তন ও মাত্রার গুণফল সর্বদা একই হইবে।

হুতরাং কোন একটি দ্রবণের মাত্রা ও আয়তন জানা থাকিলে উহা সেই পদার্থের তুল্য দ্রবণের কত আয়তনের সমান বাহির করিতে পারা যাইবে। মনে কব, একটি অম্লের মাত্রা ০.০৫N, উহার ৪০ ঘনসেন্টিমিটার তুল্য-দ্রবণের কত আয়তনের সমান হইবে?

ধর, উক্ত দ্রবণটুকু তুল্য-দ্রবণে  $x$  ঘনসেন্টিমিটারের সমতুল্য।

$$\therefore 0.05N \times 40 = x \times 1$$

$$\therefore x = 2 \text{ ঘনসেন্টিমিটার।}$$

এই নিয়মটি অম্ল অথবা ক্ষার দ্রবণ উভয় ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য।

এখন ধরা যাউক, ৫০ ঘনসেন্টিমিটার একটি ০.২N মাত্রার অম্ল-দ্রবণকে ক্ষার দ্বারা প্রশমিত করিতে হইবে। ক্ষাব-দ্রবণটির মাত্রা যদি ০.৩৫N হয় তবে কত আয়তন ক্ষার-দ্রবণ প্রয়োজন হইবে?

৫০ ঘনসেন্টিমিটার ০.২N অম্ল-দ্রবণ =  $2 \times ৫০$  ঘনসেন্টিমিটার অম্লের তুল্য-দ্রবণ।

মনে কর, ইহার প্রশমনে  $x$  ঘনসেন্টিমিটার ০.৩৫N ক্ষার-দ্রবণ প্রয়োজন।

$\therefore x$  ঘনসেন্টিমিটার ০.৩৫N ক্ষাব-দ্রবণ =  $৩৫ \times x$  ঘনসেন্টিমিটার ক্ষারের তুল্য-দ্রবণ।

∴ ক্রারের '৩৫ × x ঘনসেটিমিটার তুল্য-দ্রবণ ≡ অম্লের '২ × ৫০ ঘন-  
সেটিমিটার তুল্য-দ্রবণ। কিন্তু সম-মাত্রার দ্রবণ সমায়তনে প্রশমিত হয়। অতএব  
'৩৫ × x = '২ × ৫০ [ ∴ x = ২৮'৬ ঘনসেটিমিটার ]

অর্থাৎ, ক্রারের মাত্রা × ক্রারের আয়তন ≡ অম্লের মাত্রা × অম্লের আয়তন।  
এই সমতা সর্বক্ষেত্রেই প্রয়োগ করা সম্ভব।

একটি ক্রার-দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তন লইয়া উহাকে একটি প্রমাণ অম্ল-দ্রবণ  
দ্বারা প্রশমিত করিলে, উক্ত সমীকরণ হইতে ক্রারের মাত্রা বা দ্রবণে ক্রারের  
পরিমাণ জানা যাইবে। এইরূপে ক্রার-পরিমাণ নির্ধারণকে 'ক্রারমিতি'  
বলে।

একটি প্রমাণ ক্রার-দ্রবণ ( অর্থাৎ মাত্রা ও আয়তন জানা আছে ) দ্বারা কোন  
অম্লের দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তনে উহার পরিমাণ ঐ ভাবেই নিরূপণ করা সম্ভব।  
ইহাই 'অম্লমিতি'।

**প্রমাণ-দ্রবণ প্রস্তুতকরণ :** প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করার জন্য নির্দিষ্ট  
আয়তনবিশিষ্ট কূপী ব্যবহৃত হয়। এই কূপীগুলির গলাতে একটি চিহ্ন দিয়া ১০০,  
২৫০, ৫০০ বা ১০০০ ঘনসেটিমিটার আয়তন নির্দেশ করা থাকে। কূপীগুলির  
কাঁচের ছিপি থাকে। নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রাব তৌল সাহায্যে মাপিয়া কূপীতে  
লওয়া হয় এবং উহাতে জল দেওয়া হয়। দ্রাবটি গলিয়া গেলে আন্তে আন্তে  
চিহ্ন পুষ্ট জল মিশান হয়। এইভাবে নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রবণে নির্দিষ্ট পরিমাণ  
দ্রাব পাওয়া যায়। উহার মাত্রা জানা আছে, সুতরাং উহা প্রমাণ-দ্রবণ।

(ক) '১N Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> দ্রবণ। Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> এর গ্রাম-তুল্যাক ৫৩ গ্রাম।  
অতএব, '১N দ্রবণের প্রতি লিটারে ৫৩ গ্রাম Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> থাকে।

∴ '১N দ্রবণের ২৫০ ঘনসেটিমিটারে  $\frac{৫৩}{১০} = ১'৩২৫$  গ্রাম Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> থাকিবে।

একটি পরিষ্কার ও শুষ্ক তৌল-বোতল প্রথমে ওজন করা হয়। অতঃপর  
উহাতে অল্প অল্প করিয়া বিদ্রুত অনার্দ্র Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> চূর্ণ দেওয়া হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে  
ওজন করা হইতে থাকে। তৌল-বোতলের ওজন যতক্ষণ না ১'৩২৫ গ্রাম বৃদ্ধি  
পায় ততক্ষণ Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> স্বল্প পরিমাণে দেওয়া হয়। এইভাবে তৌল-বোতলে  
১'৩২৫ গ্রাম প্রয়োজনীয় Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> লওয়া হইল।

২৫০ ঘনসেন্টিমিটার একটি কুপীকে উত্তমরূপে ধুইয়া লইয়া একটি ফানেলের সাহায্যে তৌল-বোতলের  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  টুকু উহাতে দেওয়া হয়। পরে তৌল-বোতলটি পুনঃ পুনঃ পাতিত জলে ধুইয়া ফানেলের ভিতর দিয়া কুপীতে দেওয়া হয়। অর্থাৎ সম্পূর্ণ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  কুপীতে স্থানান্তরিত করা হয়।  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবীভূত হইলে কুপীতে আরও জল দেওয়া হয় যতক্ষণ না উহার উপরের তল কুপীর চিহ্নের সহিত এক হয়। কুপীটিকে ভাল করিয়া ঝাঁকাইয়া লইতে হয় যাহাতে দ্রবণটি সমভাবে মিশ্রিত হয়। অতএব, ২৫০ ঘনসেন্টিমিটার দ্রবণে ১৩২৫ গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  আছে। উহাব মাত্রা '১N। ইহা প্রমাণ-দ্রবণ।

(খ) প্রথমে একটি গাঢ়তর  $\text{H}_2\text{SO}_4$  অ্যাসিড দ্রবণ মোটামুটি তৈয়ারী করিয়া লওয়া হয়।  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দ্রবণের মাত্রাটি অতঃপর সঠিকভাবে নির্ণয় করা হয়। একটি পরিষ্কার বুরেটে এই অ্যাসিডটি লওয়া হয়। বুরেটটি অবশ্য ভাল করিয়া পরিষ্কার করিয়া এই অ্যাসিডেই প্রথমতঃ ধুইয়া লইতে হয়। একটি বীকারে পিপেট দ্বারা ২৫ ঘনসেন্টিমিটার  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  একটি প্রমাণ-দ্রবণ (১N অথবা '১N) লওয়া হয় এবং উহাতে দুই ফোটা মিথাইল-অরেঞ্জ নির্দেশক এবং প্রায় তিন চার গুণ পরিমাণ (অর্থাৎ ১০০ ঘনসেন্টি.) পাতিত জল মিশান হয়। দ্রবণটি ক্ষারীয় বলিয়া উহার রং হলুদ থাকিবে। বুরেট হইতে এখন ক্ষার-দ্রবণে ফোটা ফোটা  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দ্রবণ দেওয়া হয় এবং একটি কাচদণ্ড সাহায্যে উহাকে নাড়ান হয়। এইভাবে  $\text{H}_2\text{SO}_4$  দিতে থাকিলে যখন সম্পূর্ণ ক্ষারটুকু প্রশমিত হইবে, দ্রবণটি গোলাপী-লাল হইয়া পড়িবে। এইভাবে “প্রশমন-কণ” জানা যাইবে। বুরেটের লিখন হইতে কত ঘনসেন্টিমিটার অ্যাসিড দেওয়া হইয়াছে জানা যাইবে।

মনে কর, ২৫ ঘনসেন্টিমিটার '১N ক্ষার প্রশমনে ৩.১ ঘনসেন্টিমিটার অ্যাসিড প্রয়োজন হইল।

$$\therefore \text{অ্যাসিড-দ্রবণের মাত্রা} = \frac{25 \times 1}{3.1} \text{N} = 8.06 \text{N}।$$

এইভাবে বুরেট হইতে ক্ষার বা অম্ল ধীরে ধীরে অম্ল বা ক্ষারের ভিতর ঢালিয়া উহাদিগকে প্রশমিত করিয়া উহাদের মাত্রা নির্ণয় করাকে “টাইট্রেশন” (titration) বলে। উপযুক্ত পরিমাণে জল মিশাইয়া উহাকে ইচ্ছামত মাত্রায় পরিণত করা যায়।

### অম্লমিতি ও ক্ষারমিতি সম্পর্কিত গণনা—

**উদাহরণ ১।** ১.১N মাত্রাবিশিষ্ট একটি অম্ল-দ্রবণের ৩০০ ঘনসেটিমিটারের সহিত কতটুকু জল মিশাইলে উহা তুল্য-দ্রবণে পরিণত হইবে ?

মনে কর,  $x$  ঘনসেটিমিটার জল মিশ্রিত করিতে হইবে।

$\therefore (x + ৩০০)$  ঘনসেটিমিটার তুল্য-দ্রবণ = ১.১ N মাত্রার ৩০০ ঘনসেটিমিটার দ্রবণ।

$$(x + ৩০০) \times ১ = ১.১ \times ৩০০$$

$$\therefore x = ১.১ \times ৩০০ - ৩০০ = ৩০ \text{ ঘনসেটিমিটার।}$$

**উদাহরণ ২।** ২৫ ঘনসেটিমিটার ক্ষাব-দ্রবণকে প্রশমিত করিতে ৩২ ঘনসেটিমিটার  $\frac{১}{১০}$  N HCl দ্রবণ প্রয়োজন হইল। ক্ষাব-দ্রবণটির মাত্রা কত ?

মনে কর, ক্ষাব-দ্রবণের মাত্রা =  $x$  N

$$২৫ \times x \text{ N} = ৩২ \times \frac{১}{১০} \text{ N}$$

$$x = \frac{৩২}{২৫} \times \frac{১}{১০} \text{ N} = ১.২৮ \left( \frac{১}{১০} \right) \text{ N}$$

অথবা, ক্ষাব-দ্রবণের মাত্রা, ১.২৮ N।

**উদাহরণ ৩।** ২০ ঘনসেটিমিটার N HCl এবং ৬০ ঘনসেটিমিটার  $\frac{১}{২}$  N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  মিশ্রিত করা হইয়াছে। মিশ্রণটিকে ০.৩৩ N KOH দ্রবণ সাহায্যে প্রশমিত করিতে কতটা ক্ষাব-দ্রবণ প্রয়োজন হইবে ?

$$৬০ \text{ ঘনসেটিমিটার } \frac{১}{২} \text{ H}_2\text{SO}_4 \equiv ৩০ \text{ ঘনসেটিমিটার N H}_2\text{SO}_4$$

$\therefore$  মিশ্রণে মোট  $(২০ + ৩০) = ৫০$  ঘনসেটিমিটার তুল্য-দ্রবণ আছে।  
মনে কর, উহার প্রশমনে  $x$  ঘনসেটিমিটার ৩৩N KOH লাগিবে।

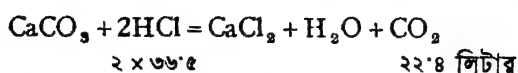
$\therefore x$  ঘনসেটিমিটার ৩৩N ক্ষাব-দ্রবণ = ৫০ ঘনসেটিমিটার অম্লের তুল্য-দ্রবণ।

$$\therefore x \times ৩৩ = ৫০ \times ১$$

$$\therefore x = \frac{৫০}{৩৩} = ১.৫১৫ \text{ ঘনসেটিমিটার ক্ষাব-দ্রবণ।}$$

**উদাহরণ ৪।** একটি হাইড্রোক্সিক অ্যাসিডের ২০ ঘনসেটিমিটার দ্রবণ অতিরিক্ত পরিমাণ চকের গুঁড়ার সহিত মিশ্রিত করিলে প্রমাণ-অবস্থায় ১০

ঘনসেস্টিমিটার  $\text{CO}_2$  পাওয়া গেল। অম্ল-দ্রবণটির শক্তি তুল্যাক-মাত্রায় নির্ণয় কর।



অর্থাৎ ২২৪০০ ঘনসেস্টিমিটার  $\text{CO}_2$  প্রমাণ-অবস্থায় উৎপন্ন করিতে ৭৩ গ্রাম  $\text{HCl}$  প্রয়োজন।

∴ ১০ ঘনসেস্টিমিটার  $\text{CO}_2$  অবস্থায় উৎপন্ন করিতে

$$\frac{73 \times 10}{22400} = 0.326 \text{ গ্রাম HCl প্রয়োজন।}$$

∴ ২০ ঘনসেস্টিমিটার অম্ল-দ্রবণে ০.৩২৬ গ্রাম  $\text{HCl}$  আছে

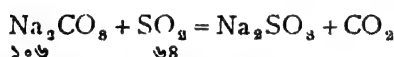
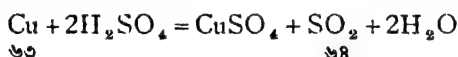
$$\therefore 1000 \dots\dots\dots \frac{0.326 \times 1000}{20} = 16.3 \text{ গ্রাম HCl আছে}$$

$\text{HCl}$ -এর গ্রাম-তুল্যাক, ৩৬.৫ গ্রাম

$$\begin{aligned} \text{সুতরাং, উক্ত-দ্রবণের তুল্যাক মাত্রা} &= \frac{16.3}{36.5} \text{ N} \\ &= 0.446 \text{ N।} \end{aligned}$$

**উদাহরণ ৫।** ১০ গ্রাম কপারের সহিত অতিরিক্ত গাঢ়  $\text{H}_2\text{SO}_4$  এর বিক্রিয়ার ফলে উদ্ধৃত  $\text{SO}_2$  গ্যাস যদি ১ লিটার  $\frac{1}{2}$  N  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  দ্রবণে পরিচালিত করা হয়, তবে কত গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  অপরিবর্তিত থাকিবে?

( কলিকাতা )



∴ ৬৪ গ্রাম কপারের বিক্রিয়া-উদ্ধৃত  $\text{SO}_2$  ১০৬ গ্রাম  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  কে রূপান্তরিত করে।

$$\begin{aligned} \therefore 10 \text{ গ্রাম} \dots\dots\dots \frac{106 \times 10}{64} \text{ গ্রাম} \dots\dots\dots \\ = 16.42 \text{ গ্রাম Na}_2\text{CO}_3। \end{aligned}$$

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ -এর গ্রাম-তুল্যাক, ৫৩ গ্রাম।

$$\therefore \frac{1}{2} \text{ N মাত্রার এক লিটার Na}_2\text{CO}_3 \text{ দ্রবণে } \frac{53}{2} = 26.5 \text{ গ্রাম}$$

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  ছিল।

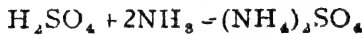
$$\begin{aligned} \therefore \text{অপরিবর্তিত Na}_2\text{CO}_3 \text{ এর পরিমাণ} &= 26.5 - 16.42 \\ &= 10.08 \text{ গ্রাম।} \end{aligned}$$

উদাহরণ ৬। ২৭° সেন্টিগ্রেড উষ্ণতায় এবং ৭৫০ মিলিমিটার চাপের ৫ লিটার অ্যামোনিয়া ১N  $H_2SO_4$  অ্যাসিডের কত আয়তন পরিমাণ প্রশমিত করিবে ?

প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে উক্ত অ্যামোনিয়ার আয়তন “V” লিটার হইলে

$$\frac{V \times ৭৬০}{২৭৩} = \frac{৫ \times ৭৫০}{৩০০}$$

$$\therefore V = \frac{৫ \times ৭৫০}{৩০০ \times ৭৬০} = ২৭৩ = ৪.৪১০ \text{ লিটার।}$$



৯৮ গ্রাম      ২ × ২২.৪ লিটার

∴ প্রমাণ-অবস্থায় ৪৪.৮ লিটার অ্যামোনিয়া ৯৮ গ্রাম  $H_2SO_4$  প্রশমিত কবে।

“      ৪৪.৯      ”      ”       $\frac{৪৪.৮ \times ৯৮}{৪.৪১}$  গ্রাম ” প্রশমিত করে  
— ৯৮০ গ্রাম। (আনুমানিক)

৪.৯ গ্রাম  $H_2SO_4$  ১N দ্রবণের ১ লিটারে থাকে

৯৮০ গ্রাম      ”      ”       $\frac{১ \times ৯৮০}{৪.৯}$  ”  
= ২০০ লিটারে থাকে।

অতএব উক্ত অ্যামোনিয়া ২০০ লিটার অ্যাসিড-দ্রবণ প্রশমিত করিবে।

### অনুশীলন

১। নিম্নলিখিত দ্রবণগুলির সহিত কি পরিমাণ জল মিশ্রিত করিলে উহার তুল্য দ্রবণে পরিণত হইবে ?

- (ক) ৫০০ ঘনসেন্টিমিটার ১২N HCl,  
(খ) ১৫০০      ”      ১৩২N NaOH  
(গ) ২৩০      ”      ১৮N  $H_2SO_4$ ।

২। নিম্নলিখিত দ্রবণগুলি হইতে কতটুকু আয়তন লইলে উহাদের ৯৯.১N বাতায় ১ লিটার দ্রবণ পাওয়া যাইবে ?

- (ক) ০.৮N NaOH    (খ) ০.৩৬N HCl    (গ) ০.৯৮N  $Na_2CO_3$ ।

৩। NaOH এবং  $Na_2CO_3$ -এর সমান ওজন পরিমাণ সমায়তন জলে দ্রবীভূত করিলে দ্রবণ দুইটির তুল্য-বাতায় অনুপাত কি হইবে ?

২য়—১৬



৪। একটি সালফিউরিক অ্যাসিডে ওজনাধুনাতে ২২.২%  $H_2SO_4$  আছে। উহার ঘনত্ব, ১.১৬০। এই অ্যাসিডটির তুল্যাক-মাত্রা কত ?

৫। নিম্নলিখিত ত্রবণগুলির তুল্যাক-মাত্রা বাহির কর :—

(ক)  $H_2SO_4$  : ঘনত্ব = ১.৮০৮, গাঢ়ত্ব = ৮৭.৮%

(গ)  $NaOH$  ত্রবণ : ঘনত্ব = ১.৩২, গাঢ়ত্ব = ২৮%।

৬। ১০.৮%  $HCl$  ত্রবণের (ঘনত্ব = ১.০৫) কত আয়তন পরিমাণ লইলে ৫ লিটার  $N HCl$  কবা সম্ভব হইবে ?

৭। ৫০ ঘনসেটিমিটার একটি  $NaOH$  ত্রবণকে প্রশমিত করিতে ৩৬ ঘনসেটিমিটার ০.৩৬N  $HCl$  প্রয়োজন হইল। কৃত্তিক সোডা ত্রবণটির তুল্যাক মাত্রা এবং উহার প্রতি লিটারে কত গ্রাম  $NaOH$  আছে নির্ণয় কর।

৮। ৩০ ঘনসেটিমিটার  $H_2SO_4$  ত্রবণকে প্রশমিত করিতে ১৮ ঘনসেটিমিটার ০.৫N  $Na_2CO_3$  প্রয়োজন হইল।  $H_2SO_4$  ত্রবণটির তুল্যাক মাত্রা কি ? ঐ ত্রবণের প্রতি লিটারে কত গ্রাম  $H_2SO_4$  আছে ?

৯। নিম্নলিখিত ত্রবণসমূহকে পৃথক পৃথক প্রশমিত করিতে হইলে কি বি আয়তন ০.২৫N  $Na_2CO_3$  প্রয়োজন ?

(ক) ৫০ ঘনসেটিমিটার ০.৫N  $H_2SO_4$  অ্যাসিড

(গ) ৩২ " ০.৩২N অ্যাসেটিক অ্যাসিড

(গ) ৮০ " ০.১২N অ্যালিক অ্যাসিড।

১০। ৬৬ ঘনসেটিমিটার আয়তনের একটি  $Na_2CO_3$  ছিল। উহা প্রশমিত করিতে ০.৪৪N মাত্রার ৪২ ঘনসেটিমিটার  $H_2SO_4$  প্রয়োজন হইল।  $Na_2CO_3$  ত্রবণটিতে কত গ্রাম  $Na_2CO_3$  ছিল ?

১১। ২৫ ঘনসেটিমিটার ০.৬N  $HCl$  এর সহিত ৪০ ঘনসেটিমিটার ০.২N  $Na_2CO_3$  ত্রবণ মিশাইলে, মিশ্রিত ত্রবণের অম্ল মাত্রা কি হইবে ? মিশ্রিত ত্রবণে কত গ্রাম  $NaCl$  আছে ?

১২। ১০২ ঘনসেটিমিটার ০.১N  $NaOH$  এর সহিত ৯৮ ঘনসেটিমিটার ০.১N  $H_2SO_4$  মিশাইলে মিশ্রিত ত্রবণের ক্ষারমাত্রা কি হইবে ?

১৩। ৬০ ঘনসেটিমিটার  $N H_2SO_4$  এর সহিত ৪০ ঘনসেটিমিটার  $\frac{N}{2} H_2SO_4$  মিশাইয়া উহাকে ১১২N  $NaOH$  দ্বারা প্রশমিত করা হইল।  $NaOH$  ত্রবণের কত আয়তন প্রয়োজন হইবে ?

১৪। ২৫ ঘনসেটিমিটার একটি ক্ষার ত্রবণকে প্রশমিত : ০.৭৫ N মাত্রার ৮ ঘনসেটিমিটার একটি অ্যাসিড দ্বারা প্রশমিত করা হইল। সম্পূর্ণ প্রশমন করার জন্য ০.৮N মাত্রার আরও ১৫ ঘনসেটিমিটার অ্যাসিড প্রয়োজন হইল। আর ত্রবণটির মাত্রা কত ? (কলিকাতা, ১৯১৬)

১৫। ২০ ঘনসেটিমিটার  $H_2SO_4$  অ্যাসিড ত্রবণকে প্রশমিত করিতে প্রথমতঃ ২০ ঘনসেটিমিটার ০.২N  $NaOH$  দেওয়া হইল এবং পরে সম্পূর্ণ প্রশমনের জন্য আরও ৪৫ ঘনসেটিমিটার ০.৫N  $Na_2CO_3$  দিতে হইল। অম্লত্রবণটির প্রতি লিটারে কত গ্রাম  $H_2SO_4$  ছিল ?

১৬। ০.৫ গ্রাম পটাসিয়াম-বাই-কার্বনেটকে সম্পূর্ণ প্রশমিত করিতে ২০ ঘনসেটিমিটার ০.২N HCl প্রয়োজন হয়। পটাসিয়াম-বাই-কার্বনেটের ভুলার কত ?

১৭। ৪০০ ঘনসেটিমিটার ০.১N HCl অ্যাসিডে কত গ্রাম আররন দ্রবীভূত হইবে ?

১৮। ১ গ্রাম বিলুপ্ত ধাতুকে দ্রবীভূত করিতে ৩০.৬ ঘনসেটিমিটার N HCl প্রয়োজন হইল। ধাতুটি বিয়োজী। উহার পাবমাণবিক গুরুত্ব কত ?

১৯। ১০% সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের কত আয়তন ১ লিটার  $H_2SO_4$  অ্যাসিডকে প্রশমিত করিবে ? সালফিউরিক অ্যাসিডের প্রতি লিটারে ৪৯ গ্রাম  $H_2SO_4$  আছে।

( কলিকাতা, ১৯১৩ )

২০। সোডিয়াম-বাই-সালফেট  $NaHSO_4$  অল্পকপে বাষ্পিত হয়। ২৫০ ঘনসেটিমিটার ১২ N  $HNO_3$  প্রশমনে বতখানি N KOH প্রয়োজন হয় সেই পরিমাণ কঠিক-পটাস প্রশমিত করিতে কত গ্রাম  $NaHSO_4$  প্রয়োজন হইবে ?

২১। সোডিয়াম কার্বনেট ও পটাসিয়াম-কার্বনেটের একটি মিশ্রণের ২০ গ্রাম প্রশমিত করিতে ৩০ ঘনসেটিমিটার N  $H_2SO_4$  প্রয়োজন হইল। মিশ্রণটিতে শতকরা কত ভাগ পটাসিয়াম-কার্বনেট ছিল ?

২২। ১০ ঘনসেটিমিটার  $H_2SO_4$  ( ঘনত্ব ১.৮৩ ) টাইফাজল মিশাইয়া ১ লিটার করা হইল। এই দ্রবণে ২০ ঘনসেটিমিটারকে প্রশমিত করিতে ৩৫ ঘনসেটিমিটার ০.২N NaOH প্রয়োজন হইল। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডটিতে শতকরা কত ভাগ  $H_2SO_4$  ছিল ?

২৩। ১০ গ্রাম  $NaOH$  ( ৯৫% ) লইয়া ১০০ ঘনসেটিমিটার জলে দ্রবীভূত করা হইল। উহার সহিত ৫০ ঘনসেটিমিটার ১৫N HCl মিশ্রিত করা হইল। অতঃপর জল মিশাইয়া মিশ্রিত দ্রবণের আয়তন ৫০০ ঘনসেটিমিটার করা হইল। এই প্রশমিত দ্রবণে অল্প মাত্রা বাহির কর।

• •

( কলিকাতা, ১৯২৮ )

২৪। এক বিলোপ্যাম  $CaCO_3$  হইতে উদ্ধৃত চুনকে প্রশমিত করিতে ০.১N মাত্রার কত আয়তন HCl প্রয়োজন ?

( কলিকাতা, ১৯৩৮ )

২৫। ১৮১৫ গ্রাম চূনাপাথরকে ৩০ ঘনসেটিমিটার N  $HNO_3$  অ্যাসিডে দ্রবীভূত করা হইল। অতিরিক্ত অল্পটুকর প্রশমনে ২৪.৪৩ ঘনসেটিমিটার N(NaOH) প্রয়োজন হইল। চূনাপাথরটিতে শতকরা কত ভাগ  $CO_2$  ছিল বাহির কর।

( এলাহাবাদ, ১৯২৮ )

২৬। সোডিয়াম ক্লোরাইড এবং অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের একটি মিশ্রণের ২ গ্রাম ৫০ ঘনসেটিমিটার N NaOH সহিত উত্তপ্ত করিয়া সম্পূর্ণ অ্যামোনিয়া দূর করা হইল। অতঃপর অতিরিক্ত ক্লোরটুক ২০ ঘনসেটিমিটার N  $H_2SO_4$  দ্বারা প্রশমিত করা হইল। মিশ্রণটিতে  $NH_4Cl$  শতকরা কত ভাগ ছিল ?

( বোম্বাই, ১৯১৭ )

২৭। ১০ ঘনসেটিমিটার একটি ক্লোর-দ্রবণ ১৭ ঘনসেটিমিটার একটি  $H_2SO_4$  দ্রবণকে প্রশমিত করে। আবার, ২৫ ঘনসেটিমিটার উক্ত ক্লোর-দ্রবণ ৩৫ ঘনসেটিমিটার একটি HCl দ্রবণ প্রশমিত করে। অল্পদ্রবণ দুইটির শক্তির তুলনা কর।

২৮। ১২৫ ঘনসেটি লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে অতিরিক্ত পরিমাণ সোবাস সালফাইড দিয়া প্রমাণ অবস্থায় ৫৬০ ঘনসেটি  $H_2S$  পাওয়া গেল। অ্যাসিডের অল্প মাত্রা কি ছিল ? ( কলিকাতা )

২১। একটি ধাতুর ০.২১ গ্রাম ১০০ ঘনসে.টি. ০.৫N  $H_2SO_4$ এ জ্বীভূত করা হইল। অতিরিক্ত অ্যাসিড প্রশমিত করিতে প্রমাণ দাতার ৩২.৫ ঘনসে.টি. দ্বারা প্রয়োজন হইল। ধাতুর তুল্যক কত?

৩০। একটি দ্বিযোজী ধাতুর ১.০৫৪ গ্রাম কার্বনেট ৫০ ঘনসে.টি. N HCl আ্যসিডে জ্বীভূত করিবার পর অতিরিক্ত অম্লটুকু ৫০ ঘনসে.টি. ০.৫N NaOH দ্বারা প্রশমিত করা হইল। ধাতুর পারমাণবিক গুরুত্ব কত?

### অমুশীলন

১। ল্যাবরেটরীতে সচবাচর কিস্তাবে হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন প্রস্তুত করা হয়? কিপস্ ফিল্ডের একটি চিত্র অঙ্কন করিয়া উহাব উপকারিতা ও ব্যবহার বুঝাইয়া দাও। হাইড্রোজেনের প্রধান ধর্মগুলির সম্বন্ধে যাহা জান লিখ।

২। দ্বাব হইতে কিরূপে হাইড্রোজেন পাওয়া সম্ভব, সমীকরণ সহ বর্ণনা কর।

৩। শিল্প-প্রয়োজনে হাইড্রোজেন প্রস্তুত করার প্রণালী কি কি? আমাদের দেশে কোন্ পদ্ধতি অমুসরণ করা প্রয়োজন এবং কেন?

৪। আয়মান হাইড্রোজেনের বিশেষত্ব কি? উহাব রাসায়নিক ধর্মের উদাহরণ দাও।

৫। নিম্নলিখিত বিষয়ের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও :—

(ক) অম্লধৃতি (খ) প্রভাবক (গ) বর্ধকপতা।

৬। তাপ প্রয়োগে এই সকল বস্তুর কি পরিবর্তন হয় :—

(ক) লেড নাইট্রেট (খ) অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট (গ) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (ঘ) মারকিউরিক অক্সাইড (ঙ) ম্যাঙ্গানিজ ডাট-অক্সাইড?

৭। অক্সাইড কয় প্রকার? উদাহরণ সহ উহাদের পার্থক্য বুঝাইয়া দাও।

৮। জারণ ও বিজারণ দ্বিয়ার সংজ্ঞা লিখ। “জারণ ও বিজারণ দ্বিয়ার যুগপৎ সম্পন্ন হয়”— ইহার তাৎপর্য বুঝাইয়া দাও।

৯। নিম্নলিখিত পদার্থগুলির প্রস্তুতি ও রাসায়নিক ধর্মের আলোচনা কর :—

(১) ওজোন (২) হাইড্রোজেন পার অক্সাইড।

১০। কি কি উপায়ে জলের খরতা দূরীকরণ সম্ভব? জলের খবতার কারণ কি?

১১। (ক) লৌহ (খ) সোডিয়াম (গ) কার্বন (ঘ) ক্যালসিয়াম কার্বাইড (ঙ) অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড—এই সকল পদার্থের জলের সহিত কিকপ বিক্রিয়া হইবে?

১২। নিম্নোক্ত পদার্থগুলি একত্রিত করিলে কি পরিবর্তন হইবে, সমীকরণ সহ বুঝাইয়া দাও :—

(ক) হাইড্রোজেন পার অক্সাইড ও পটাসিয়াম অক্সোডাইড।

(খ) মারকিউরিক ক্লোরাইড ও অ্যামোনিয়া।

(গ) অ্যামোনিয়া ও কপার সালফেট।

(ঘ) জিঙ্ক, সালফিউরিক অ্যাসিড ও পটাস-পারম্যাঙ্গানেট।

(ঙ) ওজোন ও লেড-সালফাইড।

১৩। বাবুকে মিজ-পদার্থরূপে গণ্য করার কারণ কি? নিষ্ক্রিয় গ্যাস কাহাকে বলে? উহাদের নাম লিখ।

১৪। ল্যাবরেটরীতে নাইট্রিক অ্যাসিড কিভাবে তৈয়ারী করা হয়, একটি চিত্রসহ বুঝাইয়া দাও। নাইট্রিক অ্যাসিড নিম্নোক্ত ধাতুগুলিকে কি অবস্থায় কিরূপভাবে আক্রমণ করে লিখ :—  
(ক) লৌহ (খ) কপার (গ) মারকারি (ঘ) জিঙ্ক।

১৫। (ক) নাইট্রিক অ্যাসিড জাবকরূপে,  
(খ) সালফিউরিক অ্যাসিড নিকটকরূপে,  
(গ) নাইট্রাস অ্যাসিড নিকটকরূপে,  
(ঘ) অ্যায়োডিন জারকরূপে,—বিব্রিখ্য করে, একপা দুইটি করিয়া উদাহরণ সমীকরণসহ উল্লেখ কর।

১৬। বিস্ফোরক অ্যামোনিয়া প্রস্তুত-প্রণালী বর্ণনা কর। উহাব ক্ষাব ও বিজারণগুণ প্রমাণ কর। সোডিয়াম এবং ক্লোরিনের সহিত অ্যামোনিয়ার কি বকম বিক্রিয়া হয়?

১৭। নিম্নলিখিত গ্যাসগুলির অয়তন-সংঘটি ও সঙ্কেত কিভাবে নির্ণয় করা যায় :—  
(ক) অ্যামোনিয়া (খ) হাইড্রোজেন ক্লোরাইড?

১৮। চেতাক-পদ্ধতিতে অ্যামোনিয়া-প্রস্তুতির সমীকরণ বিবরণ দাও।

১৯। শিচ-প্রযোজনে নাইট্রিক অ্যাসিড সংপাদন করার শ্রেষ্ঠ উপায় কি? উহাব সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও।

২০। চারিট হ্যালোজেনের ধর্মগুলির একটি তুলনামূলক প্রবন্ধ লিখ।

২১। ফ্লুরিন কে আবিষ্কার করিয়াছিলেন? কিভাবে উহা পাওয়া সম্ভব হইল? হাইড্রোফ্লুরিক অ্যাসিড পাওয়ার উপায় কি? এই অ্যাসিডের প্রয়োজন কি?

২২। ল্যাবরেটরীতে ব্রোমিন ও হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড কিভাবে প্রস্তুত করা হয়? উহাদের রাসায়নিক ধর্মগুলি উল্লেখ কর।

২৩। সমুদ্র-জল হইতে অ্যায়োডিন পাওয়ার উপায় কি? অ্যায়োডিনের কি রকম ভাবে হাইড্রো অ্যায়োডিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করা যাউতে পারে?

২৪। বিরলধাতু-চূর্ণ প্রস্তুতির একটি পদ্ধতি বর্ণনা কর। ইহার বিরলধাতু ক্রিয়া কিরূপে সম্পন্ন হয়?

২৫। অ্যামোনিয়াম সালফেট ও সুপার-ফসফেট সার দুইটি কিভাবে প্রস্তুত করা হয়? সিঙ্ক রীতে অ্যামোনিয়াম সালফেট তৈয়ারী করার যে পদ্ধতি অবলম্বন করা হইয়াছে, তাহার বিশেষত্ব কি?

২৬। নিম্নলিখিত পদার্থগুলির ভিত্তিতে কোন অবস্থায় কিরূপে বিক্রিয়া সংঘটিত হয় লিখ :—

- (১) নাসা কসফরাস এবং কস্টিক সোডা।
- (২) পীত কসফরাস এবং নাইট্রিক অ্যাসিড
- (৩) সালফার এবং সালফিউরিক অ্যাসিড
- (৪) অ্যায়োডিন এবং সোডিয়াম থায়োসালফেট
- (৫) চিনি এবং সালফিউরিক অ্যাসিড
- (৬) ফেরিক ক্লোরাইড এবং হাইড্রোজেন সালফাইড?

২৭। অস্থিভঙ্গ হইতে পীত কসকরাস উৎপাদন করার উপায় কি? পীত কসকরাসকে লাল কসকরাসে কেমন করিয়া পরিণত করা হয়?

২৮। কসকরিক অ্যাসিড ও সোডিয়াম কসকেটের উপর তাপ প্রয়োগ করিলে কি পরিবর্তন হয়?

২৯। সালফার ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত করার পদ্ধতি কি? উহার বিজারক-গুণ প্রমাণ কর।

৩০। স্পর্শ পদ্ধতিতে কি উপায়ে সালফিউরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়?

৩১। সালফিউরেটের হাইড্রোজেন গ্যাসের বিজারক গুণ প্রমাণ করার জন্য তিনটি উদাহরণ দাও।  
বিলেবণ-কাষে হাইড্রোজেন সালফাইডের প্রয়োজনীয়তা দেখাও।

৩২। বহুরূপতা কি? সালফার ও অক্সিজেনেব বিভিন্ন রূপভেদের বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।

## পরিভাষা

( ক )

অংশশ্রেণী—partial pressure  
 অংশীকৃত কুপী—graduated flask  
 অংশীকৃত নল—graduated tube  
 অগ্নিসহ—fire proof  
 অগ্নিপাদক বোমা—incendiary bomb  
 অক্সাইড—carbon  
 অক্সাইড—carbon dioxide  
 অজৈব—inorganic  
 অণু—molecule  
 অতিতপ্ত—superheated  
 অতিপূক্ত—supersaturated  
 অতিবেগুনী আলো—ultra violet rays  
 অদ্রবীয়—insoluble  
 অধঃক্ষেপ—precipitate  
 অধঃক্ষেপণ—precipitation  
 অধাতু—non metal  
 অধাভ্রাণ—downward distillation  
 অস্বচ্ছ—opaque  
 অনান্দ—anhydrous  
 অনিয়তাকার—amorphous  
 অস্থায়ী—non-volatile  
 অস্বচ্ছ—phosphorescent  
 অস্বচ্ছপাতন—vacuum distillation  
 অন্তরক—insulator  
 অধ্বংসপাতন—destructive distillation  
 অস্বচ্ছ—occlusion  
 অপভ্রব্য—impurities  
 অপরাবিদ্যুৎ—negative electricity  
 অপরাবিদ্যুৎবাহী—electronegative  
 অপরিবাহী—non-conductor  
 অবস্রব—emulsion  
 অবরধাতু—base metal  
 অবশেষ—residue  
 অবস্থাগত পরিবর্তন—physical change

অবিভক্ত—undecomposed, unreacted  
 অবিনাশিতা—indestructibility  
 অভিবর্ষাক—acc. due to gravity  
 অক্স—mica  
 অম্ল—acid  
 অম্লগ্রাসিতা—acidity ( ক্ষাবের )  
 অম্লবাজ—aqueous  
 অম্ল লবণ—acid salt  
 অম্লসহ পাথর—acid proof stone  
 অম্লমিতি—acidimetry  
 অধীকরণ—acidification  
 অষ্টপদা—octahedral  
 অনসৃষ্ট—unsaturated  
 অসমকেন্দ্রী—eccentric  
 অসমযোজ্যতা—co ordinate covalency  
 অসমসং—heterogeneous  
 অস্মিভ্রম—bone ash  
 আংশিক ক্রিস্টালাইজেশন—fractional crystallisation  
 আংশিক পাতন—fractional distillation  
 আকরিক—ore  
 আণবিক গুরুত্ব—molecular weight  
 আণবিক দ্রবণ—molar solution  
 আণবিক সূত্র—molecular formula  
 আদর্শ মৌল—type elements  
 আর্দ্র বিশ্লেষণ—hydrolysis  
 আদিক—qualitative  
 আপেক্ষিক তাপ—specific heat  
 আধান—charge  
 আবরণ—coating, layer  
 আবর্জনা—impurities  
 আবর্ত বলয়—vortex ring  
 আবেগ কুণ্ডলী—induction coil  
 আম্লিক—acidic

আয়তন—volume	কঙ্ক—jacket
আয়তন অনুপাত—volumetric composition	কঠিন—solid
আয়নিত হওয়া—ionisation	কপায়ের ছিলা—copper turnings
আলকাতরা—coal tar	কলিচুন—slaked lime
আলোড়ক—stirrer	কঙ্ক—sediment
আসক্তি—affinity	কপূর—camphor
আবায়ণ—decantation	কাচদণ্ড—glass rod
ইন্ধন—fuel	কাচনল—glass tube
ইস্পাত—steel	কাঁচা মাল—raw material
ইস্পাত মকর—alloy steel	কীটনাশক—germicide
উজ্জ্বলন চামচ—deflagrating spoon	বুগী—flask
উভমুখী—reversible	কৃত্রিম সাব—artificial fertiliser
উৎসেচক—enzyme	কেন্দ্রাতিগ—centrifugal
উৎক্ষেপী পাম্প—force pump	কেন্দ্রাস—crystal
উদ্ভ্রংশ—deliquescence	কেন্দ্রাস জল—water of crystallisation
উদ্ভ্রাণ—efflorescence	কেন্দ্রাসন—crystallisation
উদ্বায়ী—volatile	কেন্দ্রাণ—annealing
উদ্ভিজ্জ অঙ্গার—wood charcoal	বেতল—alcohol
উদ্বীপক—promoter	কৈশিক—capillary
উপজাত জবা—by-products	ক্রিয়া—action
উপাদান—components, constituents, ingredients	সংকটস্থ—unstable
উভমুখী—amphoteric	ক্ষার—alkali
উষ্ণতা—temperature	ক্ষারক—base
উর্ধ্বপাতন—sublimation	ক্ষারকীয়—basic
উর্ধ্বব্রণ—upward displacement	ক্ষারগ্রাহিতা—basicity
ঋণাত্মক—negative	ক্ষারধাতু—alkali metals
একক—unit	ক্ষারমিতি—alkalimetry
একপৰমাণুক—monatomic	ক্ষারলবণ—basic salt
একপ্রতিক—monotropic	ক্ষারীয়—alkaline
একবোজী—monovalent	দীণ—weak
একস্থানিক— isotopes	জ—mineral
একারী—monacidic	খনিজ জল—mineral water
ওজন—weight	খনিজ মল—gangue
ওজন-সংযুতি—gravimetric composition	খরজল—hard water
	খরপ—basin
	খরতা—hardness
	ধল—mortar
	সাধারণ লবণ—common salt

গন্ধক—sulphur  
 গন্ধক রজ—flowers of sulphur  
 গলন—melting  
 গলনাঙ্ক—melting point  
 গলিত—fused, molten  
 গাঢ়—concentrated  
 গাঢ়তা গাটীকরণ—concentration  
 গাধ—slime sediment  
 গালক মিশ্র—fusion mixture  
 গুটী—bead  
 গুণানুপাত সূত্র—law of multiple  
 proportion  
 গুরু ধাতু—heavy metals  
 গোলা চুন—milk of lime  
 ‘গ্যাসায়ন সূত্র—law of gaseous volume  
 ‘গ্যাস দাঁড়ী—pneumatic trough  
 ‘গ্যাস ব্যাপন—gaseous diffusion  
 ‘গ্যাসমাপক যন্ত্র—eudiometer  
 ‘গ্যাসমিতি eudiometry  
 ‘গ্যাসীয় অবস্থা—gas or gaseous state  
 গ্রাম অণু—gram molecule  
 গ্রাম তুল্যাক—gram equivalent  
 গ্রাম পরমাণু—gram atom  
 গ্রাহক receiver  
 ঘনত্ব—density  
 ঘনায়তন—volume  
 ঘনীভবন—condensation  
 বাতনহতা—malleability  
 ঘণী চুন্নী—rotatory furnace  
 দোলাটে—turbid  
 চাপ—pressure  
 চিকুণ লেপ—glaze  
 চিহ্ন—symbol  
 চুন—lime  
 চুনের জল—lime water  
 চুনের ভাটি—lime kiln  
 চুন্নী—furnace  
 চুনাপাথর—limestone

চেতনানিশক—anaesthetic  
 জটিল লবণ—complex salt  
 জলস্নান—water bath  
 জ্বলনাঙ্ক—ignition temperature, flash  
 point  
 জলাকর্ষী—hygroscopic  
 জড় পদার্থ—matter  
 জড় পদার্থের নিত্যতাবাদ—law of conservation of matter  
 জালি—wire gauge  
 জারক—oxidising agent  
 জারণ—oxidation  
 জায়মান—nascent  
 জৈবজাতীয়—organic  
 জৈবদ্রাবক—organic solvent  
 জৈবপদার্থ—organic substance  
 ঝাঁকবা হাতী—perforated ladle  
 ঝামাপাথর—pumice stone  
 কায়াক—solder  
 বিশ্লেষণ—dialysis  
 ঢা়াঢ় ঢোঢ়া—cast iron  
 ঙ্গন—coagulation  
 তত্ত্ব theory  
 তরল—liquid, fluid  
 ‘ল—surface  
 তড়িৎ electricity  
 তড়িৎ উদ্যমী—electrically neutral  
 তড়িৎ নিবপেক্ষ—  
 তড়িৎলিপন—electroplating  
 তড়িৎ পরিবাহিতা—electrical  
 conductivity  
 তড়িৎ বিশোধন—electro-refining  
 তড়িৎ বিযাজন—electrolytic  
 dissociation  
 তড়িৎ বিশ্লেষণ—electrolysis  
 তড়িৎ-বিশেষ্য—electrolyte  
 তড়িৎদ্বার—electrodes  
 তাপ—heat



তাপ উৎপাদক—exothermic	অস্থিতি—unstable
তাপ গ্রাহক, তাপশোষক—endothermic	দ্রব, দ্রবণ—solution
তাপজারণ—roasting	দ্রবীভূত—dissolved
তাপনমূল্য—calorific value	দ্রাব—solute
তাপ-পরিবাহিতা—conduction of heat	দ্রাবক—solvent
তাপ বিনিময়—exchange of heat	দ্রাব্যতা—solubility
তাপ-বিয়োজন—decomposition	দ্রাব্যতা লেখ—solubility curve
by heat	দ্রোণী—trough
তাপ-বিয়োজন—thermal dissociation	দ্বি-ঋণিক—di-acidic
তাপীয় একক—thermal unit	দ্বি-ক্ষারী—dibasic
তাম্র—copper	দ্বিধাতুক লবণ—double salt
তারজালি—wire gauge	দ্বিপরিমাণুক—diatomic
তাড়িত রাসায়নিক তুল্যাব—	দ্বিযোজী—divalent
electro chemical equivalent	দ্বিযোগিক পদার্থ—binary compound
তীব্র-ক্ষার—caustic alkali	ধনাত্মক—positive
তীব্র অম্ল—strong acid	ধর্ম—properties
তীব্রতা—strength	ধর্ম, অবস্থাপত—physical properties
তুঁতে—copper sulphate	ধর্ম, রাসায়নিক—chemical properties
তুলালব—balance	ধাতু—metal
তুল্যাক—equivalent weight	ধাতুকল্প—metalloid
তুল্যাক-অনুপাত-সূত্র—law of equivalent	ধাতুনিষ্কাশন—extraction of metal
proportion	ধাতুশলা—slag
তুল্যাক-মাত্রা—normality	ধাতুলেপন—plating
তুল্য দ্রবণ—normal solution	ধাতু-সঙ্কর—alloys
তেজস্ক্রিয়া—radio-activity	ধূমায়মান—fuming
ত্রিযোজী—trivalent	ধূসর—gray
বিস্তান—sedimentation	
বস্তু—zinc	নমনীয়—plastic
বস্তুবজ্র—zinc dust	নল—tube
বস্তুর ছিবড়া—granulated zinc	না-ধর্মী—negative
বহন—combustion	নিজি—balance
বহন সহায়ক—supporter of combustion	নির্গম-নল—delivery tube
বাহ চুলা—combustion furnace	নিত্য—constant
বাহ নল—combustion tube	নির্দেশক—indicator
বাহ—combustible, inflammable	নির্বাত-অবস্থা—absence of air
কৌশল-ফানেল—thistle funnel	নির্বীজন—sterilisation
দীপ—burner	নিরাপদ দীপ—safety-lamp
হ্রাস—lustre	নিরূপক—anhydride

নিরুদক, নিরুদনকারী—dehydrating agent

নিরুদন—dehydration

নিশাদল—sal ammoniac,  
ammon-chloride

নিষ্কাশন—extraction, liberation

নিষ্ক্রিয় গ্যাস—Inert gas

নিষ্ক্রিয়-লৌহ—passive iron

পদার্থ—matter

পদার্থের অবস্থা—states of matter

পদার্থের গঠন—constitution of matter

পদ্ধতি—process

পরম উষ্ণতা—absolute temperature

পরম মাত্রা—absolute scale

পরম শূন্য—absolute zero

পরমাণু—atom

পরমাণু ক্রমাঙ্ক—atomic number

পরমাণু তাপ—atomic heat

পরমাণু বাদ—atomic theory

পরাবর্তচুন্মো—reverberatory furnace

পরিবাহিত্ব—positive electricity

পরিবাহিত্ববাহী—electropositive

পরিবর্ত্তাঙ্ক—transition temperature

পরিষ্কার—deposit

পরিষ্কাবণ, পরিষ্কৃতি—filtration

পরিষ্কৃত—filtrate

পরীক্ষা—experiments, test

পর্যায়—period

পরিষয় সারণী—periodic table

পরিষয় সূত্র—periodic law

পাতন—distillation

পাতনকুণ্ডী—distillation flask

পান দেওয়া—tempering

পারদ—mercury

পারদসত্ত্ব—amalgam

পারমাণবিক গুরুত্ব—atomic weight

পুনঃপাদন-প্রণালী—regenerative process

পেটালোহা—wrought iron

প্রকল্প—hypothesis

প্রকোঠপদ্ধতি—chamber process

প্রক্রিয়া—method, process

প্রণালী—method

প্রজ্বলন—ignition, burning

প্রতিবিশ্ৰাস—rearrangement

প্রতিসবাক—refractive index

প্রতিস্থাপন—displacement

প্রতিস্থাপিত—substituted

প্রবর্তক—positive catalyst

প্রভাবক—catalyst

প্রভাবন—catalysis

প্রমাণ অবস্থা—N. T. P.

প্রমাণ উষ্ণতা—normal temperature

প্রমাণ ঘনত্ব—normal density

প্রমাণ চাপ—normal pressure

প্রমাণ দ্রবণ—standard solution

প্রলম্বিত—suspended

প্রলেপ—coating

প্রশম—neutral

প্রশমন—neutralisation

প্রশমন-বিন্দু—neutral point

প্রসারণ—expansion

প্রসারক—co-efficient of expansion

প্রসারতা—ductility

প্রাণিজ-অঙ্কার—animal charcoal

প্রেষ—pressure

ফটকিবি—alum

ফুৎশিখা—blowpipe flame

ফেনা—froth, foam, lather

ফোয়ারা পরীক্ষা—fountain experiment

বক্ৰব—retort

বর্গ, গ্রন্থী—group

বর্ণালী—spectrum

বর্ণালী পট—band spectrum

বর্ধক—positive catalyst

বন্ধন—fixation

বরদাহূ—noble metal

বলয়-পরীক্ষা—ring-test

স্ফলিত—activated  
 বস্তু—substance  
 বস্তুগতিক—enantiotropic  
 বহুবাঞ্জী—polyvalent, multivalent  
 বহুবাঙ্গিক ক্রিয়া—polymerisation  
 বহুরূপতা—allotropy  
 বাতচৌবক—aspirator  
 বাধক—negative catalyst  
 বালিখোলা—sand-bath  
 বালু—sand  
 বায়ু—air  
 বায়ুচুলী—air oven  
 বায়ুমণ্ডল—atmosphere  
 বায়ুরোধী—air-tight  
 বাষ্প—vapour  
 বাষ্পঘনত্ব—vapour density  
 বাষ্পীভবন—vaporisation evaporation  
 বিকারক—reagent  
 বিক্রিয়ক—reactant  
 বিক্রিয়া—chemical reaction  
 বিক্রিয়াজাত ফল—products, resultants  
 বিদ্রোহিতাপ—heat of reaction  
 বিগলন—melting  
 বিপাক—flux  
 বিজারক—reducing agent  
 বিজারণ—reduction  
 বিদ্রাব্যকরণ বিদ্রাব্যমোক্ষণ  
 electric discharge  
 বিদ্রাব্য পরিবাহিতা—conduction of  
 electricity  
 বিদ্রাব্যশূলিক—electric spark  
 বিন্দুপাতী, বিন্দুপাতী কানেল—dropping  
 funnel  
 বিপবিত্ত ক্রিয়া—double decomposition  
 বিপবিত্ত-অনুপাত—inversely  
 proportional  
 বিবর্তন চক্র—cycle  
 বিয়োজন—decomposition  
 বিয়োজন—dissociation

বিস্রব্ধ-চূর্ণ—bleaching powder  
 বিস্রব্ধ—bleaching  
 বিরলভূমিক মৌল—rare-earth elements  
 বিশোধন—refining  
 বিশোষক—absorbent  
 বিশোষণ—absorption  
 বিশ্লেষণ—analysis decomposition  
 বিশেষক ফিল্ট্রী—dialyser  
 বিস্ফোরক—explosive  
 বীজহীন—disinfectant  
 বীজবাহক—antiseptic  
 বুদ্বুদ—bubble  
 বুদ্বুদ—effervescence  
 বৃত্তাকার যৌগ—ring compounds  
 বেগ—velocity  
 ব্যাপন ব্যাপ্তি—diffusion  
 ব্যাপন বেগ—velocity of diffusion  
 বাস্তব অনুপাত—inversely proportional  
 ভঙ্গুর—brittle  
 ভস্ম—ash, calx  
 ভস্মীকরণ—calcination  
 ভাসমান—floating suspended  
 ভাষন—incandescent  
 ভুস—lampblack, soot  
 ভৌ—physical  
 মধ্যবরল diaphragm  
 রসিচা—rust  
 মাত্রিক—quantitative  
 মাঝ হুন্সী—blast furnace  
 মালিষ্ঠা—impurities  
 মিথোযুগাত হত্র—law of  
 reciprocal proportions  
 মিশ্রণ, সমিশ্রণ—mixture  
 মিশ্র পদার্থ—mechanical mixture  
 মৃৎধার—clay-pipe triangle  
 মৃচি—crucible  
 মূলক—radical  
 মৃৎকার ধাতু—alkaline earth metals

দুহ-অম্ল—weak acid  
 দুহ-কার—weak base  
 দুহ-জল—soft water  
 দুহ-দহন—slow combustion  
 মৌল, মৌলিক পদার্থ—elements  
 যন্ত্র—apparatus  
 দুগু লবণ—double-salt  
 যুক্ত-বৌগিক—additive compound  
 বোজক—bond, valence bond  
 যোজনভার—combining weight  
 যোজ্যতা—valency  
 যৌগ, বৌগিক পদার্থ—compounds  
 যৌগমূলক—radical  
 রঞ্জন—dyeing  
 রসায়ন—chemistry  
 বাগ বন্ধক—mordant  
 বাগ বন্ধন—mordanting  
 রাসায়নিক—chemical  
 রাসায়নিক পরিবর্তন—chemical change  
 রূপান্তর—allotropic modification  
 রূপান্তর—change  
 লঘু—dilute  
 লবণ—salt  
 লবণোদক—brine  
 লেই—paste  
 লোহিত তপ্ত—red-hot  
 লৌহচূর—iron filings  
 শক্তি—energy  
 শক্তি—strength normality of  
 a solution  
 শঙ্কু কুপী—conical flask  
 শব্দহীন তড়িৎ-রণ—silent electric  
 discharge  
 শমিতলবণ—neutral salt  
 শিখা—flame  
 শিখা বিজারক—reducing flame  
 শিখা জারক—oxidising flame  
 শীতক—condenser

শুষ্ক পরীক্ষা—dry test  
 শুষ্কীকরণ—desiccation  
 শূন্যগর্ত—hollow  
 শেবদ্রব্য—mother liquor  
 শোধন—purification  
 শোষকাধার—desiccator  
 শোষণ—absorption  
 যেততপ্ত—white-hot  
 শ্রেণী—group  
 সঙ্কর—alloy  
 সঙ্কেত—formula  
 সংকোচন—contraction  
 সংগঠন—formation  
 সংনম্যতা—compressibility  
 সংগত চুলী—muffle furnace  
 সংমিশ্রণ—mixture  
 সংশ্লেষণ—synthesis  
 সংগৃহীত—composition  
 সংযুক্তি সঙ্কেত—structural formula  
 সংযোগ—union  
 সংযোগসূত্র—laws of chemical  
 combination  
 সক্রিয়—active, reactive  
 সংকোচনশীল—compressible  
 সঞ্চিষ্ট—porous  
 স্টীমপ্রকোষ—steam oven  
 স্থিতিস্থাপকতা—volume elasticity  
 স্থিতিস্থাপক সূত্র—law of constant  
 proportion  
 সূত্রসঙ্কেত—empirical formula  
 সন্ধিগত মৌল—transitional elements  
 স্ফটিক—crystal quartz  
 স্ফটিক লবণ—rock salt  
 স্ফটিকীকরণ—crystallisation  
 ফুটন—boiling  
 ফুটনাঙ্ক—boiling point  
 সন্ধান—fermentation  
 সমগোত্রীয়—homologous

সমসত্ত্ব—homogeneous	সারবন্ধী-কার্বন বোঁগ—open chain com-
সমবৌগিক পদার্থ— <i>isomers</i>	<i>pounds</i>
সমবোজ্যতা— <i>covalency</i>	সারণী— <i>table</i>
সম্পূর্ণ— <i>saturated</i>	সিন্দূর— <i>vermillion</i>
সমাকৃতিত্ব— <i>isomorphism</i>	সিক্ত প্রণালী— <i>wet process</i>
সমাকৃতিসম্পন্ন— <i>isomorphous</i>	সীসক, সীসা— <i>lead</i>
সমাকৃতি সূত্র— <i>law of isomorphism</i>	সূত্র— <i>law</i>
সমীকরণ— <i>equation</i>	সোদক— <i>hydrated</i>
সর— <i>film, layer</i>	সোরা শোবা— <i>saltpetre</i>
সরঞ্জ— <i>porous</i>	সোহাগা— <i>borax</i>
সরল অনুপাত— <i>simple ratio</i>	
স্বতঃজারণ— <i>auto oxidation</i>	হাটা— <i>ladle</i>
স্বতঃদহন— <i>spontaneous combustion</i>	হাঁ-ধনৌ— <i>positive</i>
সাহিত্যিক আলোক— <i>signal light</i>	হিমমিশ্র— <i>freezing mixture</i>
সাক্ষাৎ সংযোগ— <i>direct union</i>	হিমাক্ত— <i>freezing point</i>
সাধারণ, সামান্য মিশ্র— <i>mechanical mixture</i>	হিমোত্বন— <i>freezing</i>
সান্দ্র— <i>viscous</i>	হিবাক্স— <i>green vitriol</i>
সান্দ্রতা— <i>viscosity</i>	<i>ferrous sulphate</i>
সার <i>fertiliser</i>	হীবক— <i>diamond</i>

## পরিভাষা

(খ)

Absence of air—নির্বাত অবস্থা	Action— <i>দ্রিয়</i>
Absolute scale—পরমমাাত্রা	Active— <i>সক্রিয়</i>
Absolute temp—পবন উষ্ণতা	Activated— <i>বলাহিত</i>
Absolute zero—পরম শূন্য	Additive compound—যুত বৌগিক
Absorb— <i>বিশোষণ</i>	Affinity— <i>আসক্তি</i>
Absorbent— <i>বিশোষক</i>	Air— <i>বায়ু</i>
Acceleration due to gravity— <i>অভিকর্ষাক</i>	Air oven— <i>বায়ু চুলা</i>
Acid— <i>অম্ল, অ্যাসিড</i>	Antiseptic— <i>বীজবাবক</i>
Acidic— <i>আম্লিক</i>	Apparatus— <i>যন্ত্র</i>
Acidification— <i>অম্লীকরণ</i>	Aqua regia— <i>অম্লবাজ</i>
Acidimetry— <i>অম্লমিতি</i>	Air tight— <i>বায়ুরোধী</i>
Acidity of a base— <i>ক্ষারের অম্লগ্রাহিতা</i>	Alcohol— <i>কোহল</i>
Acid-proof— <i>অম্লসহ</i>	Alkali— <i>ক্ষাব</i>
Acid salt— <i>অম্ললবণ</i>	Alkali, caustic— <i>তীক্ষ্ণ ক্ষার</i>
Acid, strong— <i>তীব্র অম্ল</i>	Alkali metals— <i>ক্ষার ধাতু</i>
Acid, weak— <i>মৃদু অম্ল</i>	Alkali, mild— <i>মৃদু ক্ষাব</i>

Alkaline—ক্ষারীয়  
Alkaline earth metals—মৃৎকার ধাতু  
Allotropic modification—রূপভেদ  
Allotropy—বহুরূপতা  
Alloy—সঙ্করধাতু  
Alloy steel—হস্তপাত সঙ্কর  
Alum—ফটকিরি  
Amalgam—পাৰদমিশ্র, পাৰদ সঙ্কর  
আমালগাম  
Amorphous—অনিয়তাকার  
Amphoteric—উভবর্ষী  
Anaesthetic—চেতনানাশক  
Analysis—বিশ্লেষণ  
Anhydride—নিকটক  
Anhydrous—অনার্দ্ৰ  
Animal charcoal—প্রাণিজ-অঙ্গার  
Annealing—কোমলকরণ  
Aromatic—গন্ধবহু  
Artificial fertiliser—কৃত্রিম সাব  
Aspirator—বাতচাঁষক  
Atmosphere—বায়ুমণ্ডল  
Atom—পৰমাণু অণু  
Atomic—পারমাণবিক আটমিক  
Atomic heat—পৰমাণুতাপ  
Atomic number—পৰমাণু ক্রমিক  
Atomic theory—পৰমাণুবাদ  
Atomic weight—পারমাণবিক ভর  
Auto oxidation—স্বতঃজারণ  
Balance—তুলা, নিকি  
Base—ক্ষারক  
Basic—ক্ষারকীয়  
Basicity (of an acid)—ক্ষারগ্রাহিতা  
Basic salt—ক্ষারলবণ  
Basin—খপ্পর  
Bead—গুটি  
Binary compound—দ্বিযৌগিক পদার্থ  
Bivalent—বিযৌগী  
Blast furnace—হাফত চুনী

Bleaching—রিংকন  
Blowpipe flame—ফুৎশিখা  
Boiling—বুটন  
Boiling point—বুটনাঙ্ক  
Bone-sash—অস্থিভঙ্গ  
Borax—সোহাগা  
Brine—লবণোদক  
Brittle—ভঙ্গু  
Bubble—বুদবুদ  
Burner—দীপ  
Bye product—উপজাত  
Calcination—ভস্মীকরণ  
Calorific value—তাপনমূল্য  
Clax—ভস্ম  
Camphor—কপূর্ব  
Capillary—কৈশিক  
Carbon—অঙ্গারক কাগরন  
Carbon dioxide—অঙ্গারদ্বারা  
Cast iron—ঢালাই লোহা  
Catalysis—প্রভাবন  
Catalyst—প্রভাবক  
Centrifugal force—কেন্দ্রাতিগ  
Chamber process—প্রকোষ্ঠ পদ্ধতি  
Change—রূপান্তর  
Charge—আধান  
Chemical (adj.)—বাসায়নিক  
Chemical change—বাসায়নিক পরিবর্তন  
Chemical properties—বাসায়নিক ধর্ম  
Chemistry—বাসায়ন  
Claypipe triangle—মুখাধার  
Coagulation—তঞ্চন  
Coal tar—আলকাতরা  
Coating—আবরণ সব  
Coefficient of expansion—প্রসারণ  
Combining weight—যোজনভার  
Combustible—দাহ্য  
Combustion—দহন  
Combustion tube—দাহ নল

Common salt—খাদ্য লবণ	Dialyser—বিশ্লেষক-কিলী
Composition—সংযুক্তি	Diamond—হীরক
Compound—যোগিক, যৌগ	Diaphragm—বধাবরক
Compound radical—যোগজ মূলক	Diatomic—দ্বিপরিমাণুক
Compressible—সঙ্কোচনশীল	Dibasic—দ্বিকারী
Compressibility—সংনয়িতা	Diffusion—বাপন
Concentrate—গাঢ়ীকরণ	Dilute—লঘু
Concentrated—গাঢ়, গাঢ়তাপন্ন	Direct combination, union—সাক্ষাৎ সংযোগ
Concentration—গাঢ়ীকরণ, -ভবন	Disinfectant—বীজনাশ
Condensation—ঘনীভবন, ঘনীকরণ	Displacement—ক্রাংশ, প্রতিস্থাপন
Condenser—শীতক, কনডেনসার	Displacement downwards—অধোক্রাংশ
Conduction—পরিবাহিতা	Displacement upwards—উর্ধ্বক্রাংশ
Constant—নিত্য	Dissociation—বিয়োজন
Constituent—উপাদান	Dissolve—দ্রবীভূত করা
Constitution of matter—পদার্থের গঠন	Distillation—পাতন
Contraction—সঙ্কোচন	Distillation flask—পাতন কুপী
Co-ordinate covalency—অসমযোজ্যতা	Double decomposition—বিপরিবর্ত
Copper—তাম্র, তামা	Double salt—যুগ্মলবণ, দ্বিধাতুক লবণ
Copper sulphate—তুঁতে, তুঁতিয়া	Dry test—শুষ্ক পরীক্ষা
Copper turnings—কপারের ছিলা	Ductility—প্রসার্যতা
Co-valency—সমযোজ্যতা	Dyeing—রঞ্জন
Crucible—মুচি, ম্যা	Eccentric—অসমকেন্দ্রী
Crystal—কেলাস	Effervescence—বুদ্বুদ
Crystallisation—কেলাসন	Emmorescence—উদ্ভাগ
Cycle—বিবর্তন, চক্র	Electric discharge—বিদ্যুৎ-ক্ষরণ, বোক্ষণ
Decantation—অবশ্রাবণ	Electricity—বিদ্যুৎ, তড়িৎ
Decomposition—বিয়োজন	Electricity, negative— অপরাবিদ্যুৎ, না-ধর্মীবিদ্যুৎ
Deflagrating spoon—উজ্জ্বলন-চামচ	Electricity, positive— পরাবিদ্যুৎ, হী-ধর্মীবিদ্যুৎ
Dehydration—নিরদান	Electricity neutral—উদাসী, তড়িৎ-নিরপেক্ষ
Deliquescence—উদগ্রাহ	Electro-chemical equivalent— তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাক্ষ
Deliquescent—উদগ্রাহী	Electrode—তড়িৎ-দ্বার
Delivery tube—নির্গমনল	Electrolysis—তড়িৎবিশ্লেষ
Density—ঘনত্ব	Electrolyte—তড়িৎবিশ্লেষ্য
Deposit—পরিষ্কার	Electrolytic—তড়িৎবিশ্লিষ্ট
Desiccation—শুষ্কীকরণ	
Desiccator—শোষকধার	
Destructive distillation—অন্তর্ধ্বপাতন	
Disoid—বি-আয়িক	

**Electrolytic dissociation—**

তড়িৎ-বিয়োজন

**Electronegative—**অপরাবিদ্যুৎবাহী

**Electroplating—**তড়িৎ-লেপন

**Electropositive—**পরাবিদ্যুৎবাহী

**Electro refining—**তড়িৎ-বিশোধন

**Element—**মৌল, মৌলপদার্থ

**Empirical formula—**স্থলসঙ্কেত

**Enantiotropic—**বহুবৃত্তিক

**Endothermic—**তাপগ্রাহী

**Energy—**শক্তি

**Enzyme—**এনজাইম, উৎসেচক

**Equivalent—**তুল্যত্ব

**Eudiometer—**ইউডিওমিটার, গ্যাসমান যন্ত্র

**Eudiometry—**গ্যাসমিতি

**Evaporation—**বাষ্পীকরণ, ভবন

**Exothermic—**তাপ উৎপাদক

**Expansion—**প্রসাৰণ

**Experiment—**পরীক্ষা, অভিজ্ঞতা

**Explosive—**বিস্ফোৰক

**Extraction—**নির্দাশন

**Fertilizer—**দাব

**Fermentation—**সন্ধান

**Film—**সব

**Filtrate—**পরিষ্কৃত

**Filtration—**পরিষ্কৃতি, পরিষ্কাৰণ

**Fire-proof—**অগ্নিসহ

**Fixation—**বন্ধন

**Flame—**অগ্নিশিখা

**Flame, oxidising—**জীবক শিখা

**Flame, reducing—**বিজীবক শিখা

**Flash-point—**জ্বলনাঙ্ক

**Flask—**কাচকুপা

**Flask, conical—**শঙ্কুকুপী

**Flask, distillation—**পাতনকুপী

**Flask, graduated—**অংশাক্তিত কুপী

**Floating—**ভাসমান

**Flowers of sulphur—**গন্ধক-রজ

**Fluid—**তরল

**Flux—**বিগলক

**Force pump—**উৎক্ষেপী পাম্প

**Formation—**সংগঠন

**Fountain experiment—**

কোয়ারা পরীক্ষা, উৎস পরীক্ষা

**Fractional crystallization—**

আংশিক ক্ৰিস্টালাসন

**Fractional distillation—**আংশিক পাতন

**Freezing—**হিমোভবন

**Freezing mixture—**হিমমিশ্র

**Freezing point—**হিমাত্ত

**Froth—**ফেনা

**Fuel—**ত্বন্ধন

**Fuming—**ধূমায়মান

**Funnel, dropping—**বিন্দুপাতী-বানেল

**Funnel thistle—**দীঘল-বানেল

**Furnace—**চুন্নী

**Furnace combustion—**দাহচুন্নী

**Furnace, muffle—**সবৃত্তচুন্নী

**Furnace, reverberatory—**পরাবর্ত্তচুন্নী

**Fused—**গলিত

**Fusion—**গলন

**Fusion mixture—**গালক মিশ্র

**Fusion point—**গলনাঙ্ক

**Gangue—**খনিজ মল

**Gas—**গ্যাস, গ্যাসীয় অবস্থা

**Gaseous diffusion—**গ্যাস-বাণপন

**Germicidal—**কীটনাশক

**Glass rod—**কাচদণ্ড

**Glass tube—**কাচনল

**Glaze—**চিকণ লেপ

**Gram-atom—**গ্রাম পরমাণু

**Gram-equivalent—**গ্রাম তুল্যত্ব

**Gram molecule—**গ্রাম-অণু

**Granulated zinc—**দস্তার ছিঁড়

**Gravimetric composition—**

ভৌলিক সংযুতি



Gray—ধূসর	Isomorphous—সমাকৃতি
Green vitriol—হিরাকস	Isotopes—একস্থানিক
Group—শ্রেণী, বর্গ	Jacket—কঙ্ক, বহিরাবরণ
Hardness—খরতা, কঠোরতা	Ladle—হাতা
Hard water—খরজল	Lamp-black—ভূসা
Heat—তাপ, উত্তাপ	Lather—ফেনা
Heat exchange—তাপবিনিময়	Law—সূত্র
Heat of reaction—বিক্রিয়া-তাপ	Law of Chemical combination— রাসায়নিক সংযোগ সূত্র
Heavy metal—গুরু-ধাতু	Law of conservation of matter— জড়পদার্থের নিত্যতাবাদ
Heterogeneous—অসমন্ব	Law of constant proportion— স্থিতিশূপাত সূত্র
Homogeneous—সমন্ব	Law of equivalent proportion— তুল্যক অমুপাত সূত্র
Homologous—সমগোত্রীয়	Law of gaseous volumes— গ্যাসীয়ত্ব সূত্র
Hollow—শূণ্ণগর্ভ	Law of isomorphism—সদ্ব্যবস্থা সূত্র
Hydrated—সোদক	Law of multiple proportion— গুণাত্মপাত সূত্র
Hydrolysis—আর্দ্র বিয়োজ	Law of partial pressure— অংশশ্রেণ সূত্র
Hygroscopic—জলাকর্ষী	Law of reciprocal proportion— মিথোমুপাত সূত্র
Hypothesis—প্রকল্প	Lead—সাদক সীসা
Ignition—জ্বলন	Lime—চুন
Ignition temperature—জ্বলনাত্মক	Lime kiln—চুনের ভাটি
Impurities—অপদ্রব্য, মালিশ, আবর্জনা	Limestone—চুনাপাথর
Incandescent—ভাষ	Lime water—চুনের জল
Incendiary bombs—অগ্নিপাদক বোমা	Lustre—চাঁতি
Indestructibility—অনধ্বংয	Malleability—ঘাতসহতা
Indicator—সূচক, নির্দেশক	Matter—জড়পদার্থ, পদার্থ
Induction coil—আবেশ কুণ্ডলী	Mechanical mixture—মিশ্র পদার্থ
Inert, inactive—নিষ্ক্রিয়	Melt—গলা
Inflammable—দগ্ধ	Melting point—গলনাঙ্ক
Ingredient—উপাদান	Mercury—পারদ
Inorganic—অজৈব, পার্থিব	Metal—ধাতু
Insoluble—অদ্রব্য	Metal, base—অবধাতু
Insulator—অন্তরক	
Inversely proportional— ব্যস্ত অমুপাতে, বিপরীত অমুপাতে	
Ionisation—আয়নিত হওয়া	
Iron-filings—লৌহচূর্ণ	
Iron, wrought—পেটা লোহা	
Isomers—সমবৈশিক পদার্থ	
Isomorphism—সমাকৃতিত্ব	

<b>Metalloid</b> —ধাতুকজ	<b>Opaque</b> —অনচ্ছ
<b>Metal, noble</b> —বরধাতু	<b>Open-chain carbon compounds</b> — সারবল্লী কার্বন যৌগ
<b>Mica</b> —অত্র	
<b>Milk of lime</b> —চুনগোলা	<b>Ore</b> —আকরিক
<b>Mineral</b> —খনিজ	<b>Organic</b> —জৈবজাতীয়
<b>Mineral water</b> —খনিজ জল	<b>Organic solvent</b> —জৈব দ্রাবক
<b>Mixture</b> —মিশ্রণ, সংমিশ্রণ	<b>Organic substance</b> —জৈব পদার্থ
<b>Molar solution</b> —আণবিক দ্রবণ	<b>Oxidation</b> —জারণ
<b>Molecular formula</b> —আণবিক সূত্র	<b>Oxidising agent</b> —জীবক দ্রব্য
<b>Molecular weight</b> —আণবিক ওজন	<b>Passive iron</b> —নিষ্ক্রিয় লৌহ
<b>Molecule</b> —অণু	<b>Paste</b> —লেই
<b>Molten</b> —গলিত	<b>Period</b> —পর্যায়
<b>Monocacidic</b> —একপ্রাণী	<b>Periodic law</b> —পরিষদ-সূত্র
<b>Monoatomic</b> —একপরমাণুক	<b>Periodic table</b> —পর্যায়-সারণী
<b>Monotropic</b> —একগতি	<b>Perforated ladle</b> —সঁজিরা হাতা
<b>Monovalent</b> —একমোণী	<b>Phosphorescent</b> —প্রভূপত
<b>Mordanting</b> —বাগবন্ধন	<b>Physical change</b> —অবস্থাগত পরিবর্তন
<b>Mortar</b> —মল	<b>Physical property</b> —অবস্থাগত ধর্ম
<b>Mother liquor</b> —শেষদ্রব	<b>Plastic</b> —নমনীয়
<b>Multivalent</b> —বহুযোজ্য	<b>Plating</b> —বাতুলেপন
<b>Nascent</b> —জন্মান	<b>Pneumatic trough</b> —গ্যাসস্রোণী
<b>Negative</b> —ঋণাত্মক না-বদী অপবা	<b>Polymerisation</b> —বহুযোজ্যিক ক্রিয়া
<b>Negative catalyst</b> —বাধক	<b>Polyvalent</b> —বহুযোজ্য
<b>Neutral</b> —প্রশমিত	<b>Porous</b> —সবন্ধ, সজ্জিত
<b>Neutralization</b> —প্রশমন	<b>Positive catalyst</b> —প্রবর্ধক বর্ধক
<b>Neutral point</b> —প্রশমত্ব	<b>Precipitate</b> —অবক্ষেপ
<b>Neutral salt</b> —প্রশম লবণ	<b>Precipitation</b> —অবক্ষেপণ
<b>Non-conductor</b> —অপরিবাহী	<b>Preparation</b> —প্রস্তুতি
<b>Non metal</b> —অধাতু	<b>Pressure</b> —পেশ, চাপ
<b>Non volatile</b> —অস্থায়ী	<b>Process</b> —পদ্ধতি
<b>Normal density</b> —প্রমাণ ঘনত্ব	<b>Promoter</b> —উদ্বীপক
<b>Normality</b> —তুলাঙ্ক মাত্রা	<b>Property</b> —ধর্ম
<b>Normal pressure</b> —প্রমাণ চাপ	<b>Pumice stone</b> —ঝাঁঝ পাথর
<b>Normal solution</b> —তুল্য দ্রবণ	<b>Purification</b> —শোধন
<b>Normal temperature</b> —প্রমাণ উষ্ণতা	<b>Qualitative</b> —মািতিক
<b>N. T. P.</b> —প্রমাণ অবস্থা	<b>Quantitative</b> —মাত্রিক
<b>Occlusion</b> —অন্তর্ভুক্তি	<b>Quartz</b> —ফটিক
<b>Octahedral</b> —অষ্টপালা, অষ্টভুজক	<b>Radical</b> —মূলক



## মাধ্যমিক রসায়ন বিজ্ঞান

Radioactive—তেজস্ক্রিয়

Rare-earth elements—বিরলমৃত্তিক মৌল

Raw materials—কাঁচামাল

Reaction—বিক্রিয়া

Reaction product—বিক্রিয়াজাত ফল

Reactant—বিক্রিয়ক

Reactive—সক্রিয়

Reagent—বিকারক

Rearrangement—প্রতিবিন্যাস

Receiver—গ্রাহক

Red hot—লোহিত তপ্ত

Reducing agent—বিজারক দ্রব্য

Reduction—বিজারণ

Refining—শোধন

Regenerator—পুনরুৎপাদনকারী

Residue—অবশেষ

Retort—বকযন্ত্র

Reversible—উভয়মুখ

Ring compound—চক্রাকার যৌগ

Ring test—বলয় পরীক্ষা

Roasting—চাপ জারণ

Rock salt—খনিজ লবণ

Rotatory furnace—ঘূর্ণচুন্নী

Rust—রূষি

Safety lamp—নিরাপদ দীপ

Salammoniac—নিম্ন দ্রব্য

Salt—লবণ

Salt, complex—সংকট লবণ

Sand—বালি

Sand bath—বালি স্নান

Saturated—সংস্কৃত

Sediment—গাঢ়

Sedimentation—বিচলন

Signal light—সীমিত আলোক

Silent electric discharge

শব্দহীন তড়িৎস্রাব

Slag—ধাতুশল

Slaked lime—বর্ণিত

Slow combustion—মৃদু দহন

Smelting—বিপ্লব

Soft water—মৃদুজল

Solder—ঝাল

Solid—কঠিন

Soluble—দ্রবণীয়

Solubility—দ্রাব্যতা, দ্রবণীয়তা

Solute—দ্রাব

Solution—দ্রব, দ্রবণ

Solvent—দ্রাবক

Soot—ডুসা

Spark—স্পার্ক

Spectrum—বর্ণালী

Specific heat—আপেক্ষিক তাপ

Spontaneous combustion—স্বতঃদহন

Standard solution—প্রমাণ দ্রবণ

Steel—স্টীল

Sterilization—ঋণাত্মক

Stirrer—আ নাড়ক

Strength—তীব্রতা, শক্তি

Strong acid—তীব্র অম্ল

Structural formula—সংকেত

Sublimation—উর্ধ্বগমন

Substance—দ্রব্য

Suspended—সংশ্লিষ্ট

Sulphur—গন্ধক

Super heated—অতিতপ্ত

Super saturated—অতিসংস্কৃত

Supporter of combustion—সহায়ক

Surface—তল

Symbol—সংকেত

Synthesis—সংশ্লেষণ

Table—সারণী, তালিকা

Temperature—উষ্ণতা

Tempering—পান দেওয়া

Test—পরীক্ষা

Theory—তত্ত্ব

Thermal Unit—তাপীয় একক

Thermal dissociation—তাপ-বিয়োজন	Velocity—বেগ
Transformation—রূপান্তর	Velocity of diffusion—ব্যাপন-বেগ
Transitional elements—সন্ধিগত মৌল	Vermillion—নিম্বু
Transition temperature—পরিবর্তক	Viscous—সান্দ্র
Trivalent—ত্রিযোত্রী	Viscosity—সান্দ্রতা
Trough—দ্রোণী	Volatile—উষায়ী
Tube—নল	Volume—ঘনায়তন, আয়তন
Turbid—ঘোলাটে	Volume elasticity—ভিত্তিস্থাপকতা
Type element—আদর্শ মৌল	Vortex rings—আবর্তবলয়
Ultraviolet rays—অতিবেগুনী আলো	Water-bath—জলগাহ
Undecomposed—অবিকৃত	Water of crystallisation—ক্লেসাসজল
Union—সংযোগ	Weak acid—মৃদু অম্ল
Unit—একক	Weak base—মৃদু ক্ষার
Unsaturated—অসংপূর্ণ	Weak solution—ক্ষীণ দ্রব
Unstable—দৃঃস্থিত, অগভঙ্গ	Weight—ওজন
Vacuum distillation—অবুপ্রেষপাতন	Wet process—সিক্ত প্রণালী
Valence bond—বোন্ধক	White hot—বেহুতপ্ত
Valency—যোজ্যতা	Wire-gauge—তারজালি
Vapour বাষ্প	Wood charcoal—কাঠকয়লা
Vapour density—বাষ্পঘনত্ব	Zinc—দস্তা
Vaporisation—বাষ্পীকরণ, বাষ্পীভবন	Zinc dust—দস্তা-রজ

## মৌলশক্তি

মৌলিক পদার্থ	চিহ্ন	পারমাণবিক	পারমাণু-ভর
অক্সিজেন	O	১৬.০০	৮
অসুমিয়াম	Os	১৯১.৫	১৬
আর্সেনিক	As	৭৫.৯১	৩৩
আরগন	A	৩৯.৯৪	১৮
এরবিয়াম	Er	১৬৭.৬৪	৬৮
আয়রন	Fe	৫৫.৮৫	২৬
আয়োডিন	I	১২৬.৯২	৫৩
আমেরিকিয়াম	Am	—	৯৫
আলুমিনিয়াম	Al	২৬.৯৭	১৩
অ্যান্টিমনি	Sb	১২১.৭৬	৫১
অ্যাক্টাইন	At	—	৮৫
ইউরেনিয়াম	U	২৩৮.০৭	৯২
ইউরোপিয়াম	Eu	১৫২.০	৬১
ইণ্ডিয়াম	In	১১৪.৭৬	৮৩
ইটারবিয়াম	Yb	১৭৩.০৪	৭০
ইট্রিয়াম	Y	৮৮.৯২	৩৯
ইরিডিয়াম	Ir	১৯৩.১	৭৭
কপ্তন	Kr	৮৩.৭	৩৬
কপার	Cu	৬৩.৫৪	২৯
কার্বন	C	১২.০১	৬
ক্যালিফোর্নিয়াম	Cf	—	৯৮
কোবাল্ট	Co	৫৮.৯৪	২৭
কুরিয়াম	Cm	—	৯৬
ক্লোরিন	Cl	৩৫.৪৫	১৭
ক্রোমিয়াম	Cr	৫২.০১	২৪
ক্যাডমিয়াম	Cd	১১২.৪১	৪৮
ক্যালিসিয়াম	Ca	৪০.০৮	২০
গোল্ড	Au	১৯৭.২	৭৯
গ্যাডোলিনিয়াম	Gd	১৫৭.৩	৬৪
গ্যালিয়াম	Ga	৬৯.৭২	৩১
জার্মেনিয়াম	Ge	৭২.৩	৩২
জিঙ্ক	Zn	৬৫.৩৮	৩০
জিগন	Xe	১৩১.৩	৫৪

মৌলিক পদার্থ	চিহ্ন	পারমাণবিক গুরুত্ব	পারমাণু-ভর
জারকোনিয়াম	Zr	৯১.২২	৯০
ট্যান্টেম	W	১৮৪.০	১৮৪
টারবিয়াম	Tb	১৫৯.২	১৫৮
টাইটেনিয়াম	Ti	৪৭.৯	৪৭
টিন	Sn	১১৮.৭	১১৮
টেলুরিয়াম	Te	১২৭.৬১	১২৭
ট্যানটালিয়াম	Ta	১৮১.৮	১৮১
ডিসপ্রোসিয়াম	Dy	১৬২.৪৬	১৬২
থুলিয়াম	Tm	১৬৯.৯	১৬৯
থোরিয়াম	Th	২৩২.০৩	২৩২
থ্যালিয়াম	Tl	২০৪.৩৮	২০৪
নাইসিয়াম	Nb	৯২.৯১	৯১
নাইট্রোজেন	N	১৪.০০৬	১৪
নিকেল	Ni	৫৮.৬৯	৫৮
নিয়ন	Ne	২০.১৮	২০
নিওডিমিয়াম	Nd	১৪৪.২৭	১৪৪
নেপচুনিয়াম	Np	—	১৫০
পটাসিয়াম	K	৩৯.০৯৮	৩৯
প্লাটিনাম	Pt	১৯৫.০৮	১৯৫
প্ৰাটিনিয়াম	Pu	—	২৪৪
প্রেন্সিয়াম	Pr	১৪০.৯০	১৪০
প্রোটেক্টিনিয়াম	Pa	২৩১.০৩	২৩১
প্রোমিথিয়াম	Pm	—	১৪৭
প্যালেডিয়াম	Pd	১০৬.৯০	১০৬
ফসফরাস	P	৩০.৯৮	৩১
ফ্লোরিন	F	১৯.০০	১৯
ফ্র্যাঙ্কিয়াম	Fr	—	২২৩
বাকেলিয়াম	Bk	—	২৪৭
বিসমুথ	Bi	২০৮.৯৮	২০৮
বেরিলিয়াম	Be	৯.০১	৯
বোরন	B	১০.৮১	১০
ব্রোমিন	Br	৭৯.৯০	৭৯
ভ্যানাডিয়াম	V	৫০.৯৪	৫১
মলিবডেনাম	Mo	৯৬.০০	৯৬
মারকারি	Hg	২০০.৬০	২০০
ম্যাগনেসিয়াম	Mg	২৪.৩১	২৪

মৌলিক পদার্থ	চিহ্ন	পারমাণবিক গুরুত্ব	পারমাণু-ভরসংখ্যা
ম্যাঙ্গানিজ	Mn	৫৫.২৩	২৫
ম্যাগনেসিয়াম	Mg	২৪.৩২	১২
কপোনিয়াম	Ru	১০১.৭	৪৪
রুবিডিয়াম	Rb	৮৫.৪৮	৩৭
রেডিয়াম	Ra	২২৬.০৫	৮৮
রেনিয়াম	Re	১৮৬.৩১	৭৫
রোডিয়াম	Rh	১০২.৯১	৪৫
র্যাডন	Rn	২২২.০	৮৬
লিথিয়াম	Li	৬.৯৪	৩
লুটেসিয়াম	Lu	১৭৪.০	৭১
লেড	Pb	২০৭.২৮	৮২
ল্যান্থানাম	La	১৩৮.৯২	৫৭
সামারিয়াম	Sm	১৫০.৪৩	৬২
সালফার	S	৩২.০৬৬	১৬
সিজিয়াম	Cs	১৩২.৯১	৫৫
সিলিকন	Si	২৮.০৬	১৪
সিলভার	Ag	১০৭.৮৮	৪৭
সেরিয়াম	Ce	১৪০.১১	৫৮
সেনেপিয়াম	Se	৭৮.৯৬	৩৪
সোডিয়াম	Na	২২.৯৯	১১
স্ক্যান্ডিয়াম	Sc	৪৫.১০	২১
স্ট্রনশিয়াম	Sr	৮৭.৬৩	৩৮
হলমিয়াম	Ho	১৬৪.৯৩	৬৭
হাইড্রোজেন	H	১.০০৮	১
হিলিয়াম	He	৪.০০৩	২
ইন্ডিয়াম	Ind	১৭৫.৬	৭২











